МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

О.В. Омельченко, А.О. Соломенко

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика

Ступінь: бакалавр

Кривий Ріг
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

О.В. Омельченко, А.О. Соломенко

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика

Ступінь: бакалавр

Затверджено на засіданні
кафедри загальноінженерних дисциплін
та обладнання
Протокол № 8
від «26» січня 2021 р.

Схвалено навчально-методичною
радою
ДонНУЕТ
Протокол № 5
від «28» січня 2021 р.

Кривий Ріг
2021

УДК 53.01(076)
О 67

Омельченко О.В., Соломенко А.О.

О 67 Фізика [Текст] : метод. рук. до вивч. дисц. / О.В. Омельченко, А.О. Соломенко; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. загальноінженерних дисциплін та обладнання. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. – 67 с.

Методичні рекомендації призначені для студентів всіх форм навчання і покликані допомогти студентам організувати вивчення дисципліни «Фізика» завдяки інформації щодо змісту модулів та тем дисципліни, планів практичних занять, завдань для самостійного вивчення та розподілу балів за видами робіт, що виконуються студентами протягом вивчення дисципліни. Методичні рекомендації містять перелік питань для підготовки до підсумкового контролю та перелік основної та додаткової літератури

УДК 53.01(076)

© Омельченко О.В., Соломенко А.О., 2021
© Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП……5

ЧАСТИНА 1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ФІЗИКА»……..…….……6

ЧАСТИНА 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ…….…… 11

Змістовий модуль 1. Механіка.....12

Змістовий модуль 2. Молекулярна фізика.....32

ЧАСТИНА 3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ……..……..42

Змістовий модуль 1. Механіка.....43

Змістовий модуль 2. Молекулярна фізика.....58

ВСТУП

Основною метою вивчення дисципліни формування у студентів знань і розумінь основних явищ та законів природи, що відображені у класичній та сучасній фізиці і пов'язані з використанням їх в техніці та на виробництві; формування у студентів наукового світогляду та сучасного фізичного мислення.

Головне завдання навчальної дисципліни полягає у навчанні способів і методів розв'язування конкретних задач із різних розділів фізики; формуванні уміння виокремлювати конкретний фізичний зміст при розв'язанні прикладних задач майбутньої спеціальності.

Предмет: вивчення основних теорій, принципів, методів і понять фізики.

ЧАСТИНА 1.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни
Обов'язкова *(для студентів спеціальності "назва спеціальності")* / вибіркова дисципліна	**Обов'язкова для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 142 «Енергетичне машинобудування»**
Семестр *(осінній / весняний)*	**Весняний**
Кількість кредитів	**7**
Загальна кількість годин	**210**
Кількість змістових модулів	**2**
Лекції, годин	**64**
Практичні / семінарські, годин	**32**
Лабораторні, годин	**-**
Самостійна робота, годин	**114**
Тижневих годин для денної форми навчання:	
Аудиторних	**6**
самостійної роботи студента	**8**
Вид контролю	**екзамен**

2. Програма дисципліни

Ціль – є формування у студентів знань і розумінь основних явищ та законів природи, що відображені у класичній та сучасній фізиці і пов'язані з використанням їх в техніці та на виробництві; формування у студентів наукового світогляду та сучасного фізичного мислення.

Завдання: навчитися способів і методів розв'язування конкретних задач із різних розділів фізики; формування уміння виокремлювати конкретний фізичний зміст при розв'язанні прикладних задач майбутньої спеціальності.

Предмет: вивчення основних теорій, принципів, методів і понять фізики.

Зміст дисципліни розкривається в темах:

Тема 1. Кінематика матеріальної точки.
Тема 2. Динаміка матеріальної точки.
Тема 3. Робота та енергія.
Тема 4. Сили в механіці.
Тема 5. Механіка твердого тіла.
Тема 6. Гравітація. Елементи теорії поля.
Тема 7. Релятивістська механіка.
Тема 8. Вільні гармонічні коливання.
Тема 9. Згасаючі та вимушені коливання.
Тема 10. Хвильові процеси. Елементи акустики.
Тема 11. Механіка рідин.

Тема 12. Основні положення молекулярно - кінетичної теорії.
Тема 13. Статистичні розподіли та явища переносу в газах.
Тема 14. Перший та другий закони термодинаміки.
Тема 15. Реальні гази.

3. Структура дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма навчання)				
	усього	у тому числі			
		лекц.	пр./сем.	лаб.	СРС
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Механіка					
Тема 1. Кінематика матеріальної точки	14	4	2	-	8
Тема 2. Динаміка матеріальної точки	14	4	2	-	8
Тема 3. Робота та енергія	14	4	2	-	8
Тема 4. Сили в механіці	14	4	2	-	8
Тема 5. Механіка твердого тіла	14	6	2	-	6
Тема 6. Гравітація. Елементи теорії поля	14	4	2	-	8
Тема 7. Релятивістська механіка	14	4	2	-	8
Тема 8. Вільні гармонічні коливання	14	4	2	-	8
Тема 9. Згасаючі та вимушені коливання	14	4	2	-	8
Тема 10. Хвильові процеси. Елементи акустики	14	4	2	-	8
Разом за змістовим модулем 1	*140*	*40*	*20*	**-**	*80*
Змістовий модуль 2. Молекулярна фізика					
Тема 11. Механіка рідин	14	6	2	-	6
Тема 12. Основні положення молекулярно - кінетичної теорії	14	4	2	-	8
Тема 13. Статистичні розподіли та явища переносу в газах	14	4	2	-	8
Тема 14. Перший та другий закони термодинаміки	14	4	4		6
Тема 15. Реальні гази	14	4	2		8
Разом за змістовим модулем 2	*70*	*20*	*10*	**-**	*40*
Усього годин	**210**	**64**	**32**	**-**	**114**

4. Теми семінарських/практичних/лабораторних занять

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Практичне заняття 1. «Кінематика матеріальної точки».	2
2	Практичне заняття 2. «Динаміка матеріальної точки».	2
3	Практичне заняття 3. «Робота та енергія».	2
4	Практичне заняття 4. «Сили в механіці».	2
5	Практичне заняття 5. «Механіка твердого тіла».	2
6	Практичне заняття 6. «Гравітація. Елементи теорії поля».	2
7	Практичне заняття 7. «Релятивістська механіка».	2
8	Практичне заняття 8. «Вільні гармонічні коливання».	2
9	Практичне заняття 9. «Згасаючі та вимушені коливання».	2
10	Практичне заняття 10. «Хвильові процеси. Елементи акустики».	2
11	Практичне заняття 11. «Механіка рідин».	2
12	Практичне заняття 12. «Основні положення молекулярно - кінетичної теорії».	2
13	Практичне заняття 13. «Статистичні розподіли та явища переносу в газах».	2
14	Практичне заняття 14. «Перший та другий закони термодинаміки».	4
15	Практичне заняття 15. «Реальні гази».	2
Всього		**30**

5. Розподіл балів, які отримують студенти

Відповідно до системи оцінювання знань студентів ДонНУЕТ, рівень сформованості компетентностей студента оцінюються у випадку проведення екзамену: впродовж семестру (50 балів) та при проведені підсумкового контролю - екзамену (50 балів).

Оцінювання студентів протягом семестру

№ теми семінарського/практичного заняття	Аудиторна робот				Позааудиторна робота	Сума балів
	Тестові завдання	Ситуаційні завдання, задачі	Обговорен-ня теоретич-них питань теми практичного заняття	ПМК	Завдання для самостійного виконання	
Змістовий модуль 1						
Тема 1		1	1		1	3

Тема 2		1	1		1	3
Тема 3		1	1		1	3
Тема 4		1	1		1	3
Тема 5		1	1		1	3
Тема 6		1	1		1	3
Тема 7		1	1		1	3
Тема 8		1	1		1	3
Тема 9		1	1		1	3
Тема 10		1	1	5	1	8
Разом за змістовим модулем 1		10	10	5	10	35
Змістовий модуль 2						
Тема 11		1	1		1	3
Тема 12		1	1		1	3
Тема 13		1	1		1	3
Тема 14		-	1		-	1
Тема 14		1	-		1	2
Тема 15		1	1		1	3
Разом за змістовим модулем 2		5	5		5	15
Усього		**15**	**15**	**5**	**15**	**50**

Загальне оцінювання результатів вивчення навчальної дисципліни

Оцінка		
100-бальна шкала	**Шкала ECTS**	**Національна шкала**
90-100	A	5, «відмінно»
80-89	B	4, «добре»
75-79	C	
70-74	D	3, «задовільно»
60-69	E	
35-59	FX	2, «незадовільно»
0-34	F	

ЧАСТИНА 2.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. МЕХАНІКА
Тема 1. Кінематика матеріальної точки

Тема 1. Кінематика матеріальної точки

1. «*Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:*

1. Що таке система відліку в механіці?
2. Що таке радіус-вектор точки у просторі?
3. Які види переміщень існують?
4. Що таке матеріальна точка?
5. Як визначається середня, миттєва швидкість руху матеріальної точки?
6. Як визначається середнє, миттєве прискорення матеріальної точки?
7. Що таке дотичне, доцентрове прискорення?
8. Як визначається пройдений шлях при прямолінійному рівномірно змінному русі матеріальної точки?
9. Як пов’язані між собою пройдений шлях, швидкість та прискорення при прямолінійному рівномірно змінному русі матеріальної точки?
10. Якими формулами визначається рівномірний рух матеріальної точки по колу?
11. Що таке кутова швидкість, як вона пов’язана з лінійною швидкістю?
12. Який сенс мають вектори кута повороту, кутової швидкості, кутового прискорення?
13. Як визначається векторний добуток двох векторів?
14. Як визначаєть подвійний векторний добуток трьох векторів, за якою формулою його обчислюють?
15. Що називається періодом, частотою обертання матеріальної точки по колу?
16. Як пов’язані між собою дотичне та кутове прискорення матеріальної точки?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Автомобіль рухаючись по прямій зі стану спокою, за 5,0 с отримав швидкість 75 км/год. Знайдіть середнє прискорення тіла за цей час?

Розв'язування

Так як автомобіль почав свій рух зі стану спокою, тоді $\vartheta_1 = 0$ км/год. А кінцева швидкість ϑ_1 =75 км/год. Обчислимо середнє прискорення за цей час:

$$\vec{a} = \frac{75\ \text{км/год} - 0\ \text{км/год}}{5.0\ \text{с}} = 15\ \frac{\text{км/год}}{\text{с}}.$$

Важливо розуміти, що прискорення показує нам про те, як фактично змінюється швидкість, тоді як швидкість говорить нам, як фактично змінюється положення. Як відомо, якщо в умові задачі не вказано в яких одиницях робити розрахунки, тоді переводимо всі одиниці вимірювання в систему СІ.

Отже ϑ_1 =75 км/год, переведемо км/год в м/с:

$$75\ \text{км/год} = \left(75\frac{\text{км}}{\text{год}}\right)\left(\frac{100\ \text{м}}{1\ \text{км}}\right)\left(\frac{1\ \text{год}}{3600\ \text{с}}\right) = 21\ \text{м/с}.$$

Звідси маємо,

$$\vec{a} = \frac{21\ \text{м/с} - 0.0\ \text{м/с}}{5.0\ \text{с}} = 4.2\ \frac{\text{м/с}}{\text{с}} = 4.2\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

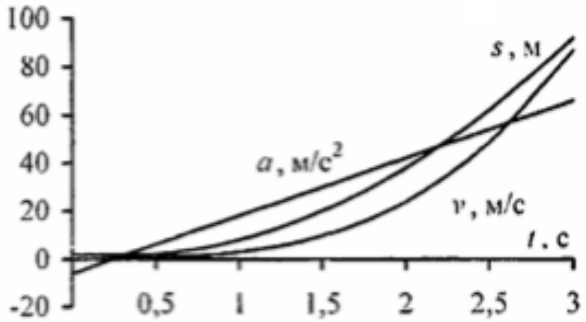
Відповідь: $\vec{a} = 4.2\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ »

Приклад 2. Знайдіть: а) залежність швидкості v і прискорення a від часу t; б) відстань s, пройдене тілом, швидкість v і прискорення a тіла через час t=2c після початку руху. Побудувати графік залежності шляху s, швидкості s і прискорення s від часу t для інтервалу 0≤t≤3c через 0,5c. Якщо залежність пройденого тілом шляху s від часу t дається рівнянням : s = At -Bt^2 +Ct^2, де A=2м/с , B=3м/c^2 , та C=4м/c^3

Розв'язування

а) Швидкість тіла v = $\frac{dS}{dt}$, *S= At – 2Bt + 3C*t^2*,s=2-6t+12*t^2*м,с*

Прискорення тіла a= $\frac{dv}{dt}$*= -2B+6Ct; a=-6+24t м/с.*



б) Відстань пройдена тілом s=2t - $3t^2$+ $4t^2$. Тоді через час t=2 с маємо v=38 м/с , a=42 м/с, S=24м.

Відповідь: v=38 м/с , a=42 м/с, S=24 м

Приклад 3. Колесо, обертаючись рівноприскорено, через час t=1 хв після початку обертання набуває частоти n=720 об/хв. Знайти кутове прискорення ε колеса і число оборотів N колесо за цей час.

Розв'язування

Кутова швидкість колеса $\vec{\omega}(\mathrm{t}) = \overrightarrow{\omega_0} + \vec{\varepsilon}\mathrm{t}$. У скалярному вигляді при $\omega_0 = 0$ отримаємо $\omega = \varepsilon t$, крім того, $\omega = 2\pi\mathrm{n}$. Звідси $\varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{n \cdot 2\pi}{t}$,

$\varepsilon = 1{,}25$ рад/с^2.

Відповідь: $\varepsilon = 1{,}25$ рад/с^2 »

Тема 2. Динаміка матеріальної точки

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Як формулюється основний закон динаміки поступального руху тіла?
2. Яка система відліку називається інерціальною, неінерціальною?
3. У чому полягає принцип відносності Галілея?
4. Що називають силою? Як розрізняють сили за спричиненими їми діями? Як можна виміряти силу?
5. Що таке сила тяжіння, вага тіла?
6. Що таке інертна маса тіла, що таке його гравітаційна маса, як вони співвідносяться?
7. У чому полягає закон всесвітнього тяжіння Ньютона?
8. Як формулюється перший закон динаміки (Ньютона)?
9. У чому полягає другий закон динаміки (Ньютона)?
10. У чому полягає третій закон динаміки (Ньютона)?
11. У чому полягає закон зміни кількості руху?
12. Що називають імпульсом тіла, імпульсом сили, як вони пов'язані?
13. Що називають ізольованою механічною системою? У чому полягає закон збереження кількості руху?
14. Як узагальнюється другий закон Ньютона у разі змінної маси тіла?
15. У чому полягає принцип реактивного руху тіла?
16. У чому полягає фізичний сенс рівняння Мещерського для руху тіла зі змінною масою?
17. У чому полягає сенс формули Ціолковського, для чого її можна застосувати?
18. У чому полягає сенс застосування багатоступеневих ракет у космонавтиці?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклади розв'язування задач

Приклад 1. Знайти силу F, що діє на тіло в кінці першої секунди руху. Тіло масою т=0,5кг рухається прямолінійно, причому залежність пройденого тілом шляху s від часу t дається рівнянням $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$, де $C = 5\ м/с^2$і $D = 1\ м/с^3$

Розв'язування

За другим законом Ньютона:

$F = ma$,де $a = d^2s/dt^2$

$\frac{ds}{dt} = -B + 2Ct - 3Dt^2;$

$\frac{d^2s}{dt^2} = 2C - 6Dt = a,$ звідси $F = m(2c - 6Dt)$;*F=2H*

Відповідь: *F=2H*»

Приклад 2. Уздовж похилої площини, що утворює з горизонтом кут †, підіймають тіло. Коефіцієнт тертя k. Під яким кутом β до похилої площини треба спрямувати силу, щоб вона була найменшою.

Розв'язування

Умова рівноваги тіла, яка випливає з першого закону Ньютона:

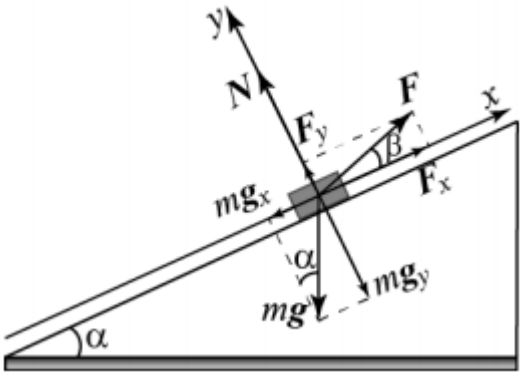
$F_T + mg + N + F = 0$

В проекціях:

$$\begin{cases} F_x - mg_x - F_T = 0 \\ N + F_y - mg_y = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F\ cos\beta = mg\ sin\alpha + kN \\ F\ sin\beta = mg\ cos\alpha - N \end{cases}$$

$$F = \frac{mg(sin\alpha + kcos\alpha)}{k\ sin\beta + cos\beta}$$



Сила F буде мінімальною, якщо знаменник максимальний. Умова екстремуму знаменника:

$$(k\ sin\beta + cos\beta)' = 0,$$
$$k = tg\beta,$$
$$\beta = arctg\ k$$

Відповідь: $\beta = arctg\ k$

Тема 3. Робота та енергія

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

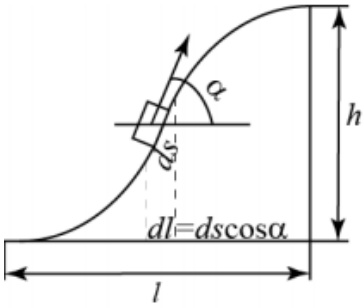
1. У чому полягає «золоте правило» механіки?
2. Що називається роботою у фізиці, у чому полягає її сенс?
3. Дайте визначення одиниці роботи, потужності і системі СІ.
4. Якою формулою визначається робота у центральному силовому полі?
5. У чому полягає сенс потужності виконання роботи? За якими формулами вона визначається?
6. Який сенс має потенційна, кінетична енергія тіла?
7. Які поля (сили) називаються потенційними (консероативними)?
8. Який сенс має потнціал гравітаційного поля, як його застосовують?
9. Як формулюється закон збереження й перетворення енергії?
10. Як визначається потенційна енергія тіла в центральному (плоскому біля поверхні Землі) гравітаційному полі? Як вони взаємопов'язані? Де потенційна енергія тіла дорівнює нулю?
11. У чому полягає домовленість про позитивність (негативність) виконаної роботи?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклади розв'язування задач

Приклад 1. Невеличке тіло маси m повільно втягли на гірку, діючи силою F, яка в кожній точці напрямлена по дотичній до траєкторії (рис.). Знайти роботу цієї сили, якщо висота гірки h, довжина її l і коефіцієнт тертя k.

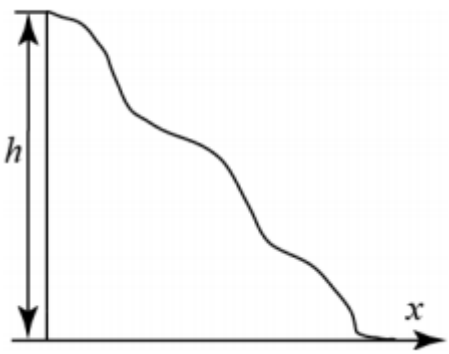


Розв'язування

$A = mgh + A_{тр} = mgh \int_0^1 kmg\, cos\alpha\, ds = mgh + kmg \int_0^1 dl = mgh + kmgl = mg(h + kl)$ »

Відповідь: $A = mg(h + kl)$

Приклад 2. Тіло масою m зісковзує з гори довільного профілю висотою h і, проїхавши далі деяку відстань по горизонталі, зупиняється в наслідок тертя. Коефіцієнт тертя на різних ділянках шляху може бути різним, але він не залежить ні від швидкості, ні від напрямку руху. Визначите роботу, яку необхідно виконати, щоб вернути тіло в початкове положення тим же шляхом.



Розв'язування

До зупинки потенціальна енергія тіла $U = mgh$ використовується на подолання сил тертя. Щоб вернути тіло в початкове положення, потрібно виконати роботу проти сил тертя, тобто mgh, а також на відновлення початкової потенціальної енергії тіла, тобто теж mgh. Таким чином,

$A = mgh + mgh = 2mgh.$

Відповідь: $A = 2mgh.$

Тема 4. Сили в механіці

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Які фундаментальні сили існують у природі?
2. Чи завжди можна вказати джерело дії сили?
3. Проведіть порівняння фундаментальних сил природи за потужністю: яка з них є найбільш слабкою, яка – самою потужною?
4. На яких відстанях електромагнітна взаємодія превалює над гравітаційною?
5. Дайте визначення силового поля. Яке поле називають центральним?
6. У чому полягає закон пружності Гука?
7. Який фізичний сенс має модуль пружності Юнга?
8. Наведіть приклади шкідливості й корисності сил тертя.
9. Яка сила називається доцентровою, відцентровою?
10. Що таке псевдосили інерції?

11. У чому полягає принцип еквівалентності сил тяжіння й інерції?

12. Що представляє собою та як проявляється сила Коріоліса?

13. Як співвідносяться між собою сила тяжіння і вага тіла?

14. Як співвідносяться між собою вектори результуючого і виключно гравітаційного прискорення вільного падіння поблизу поверхні Землі?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклади розв'язування задач

Приклад 1. Знайдіть силу, яку необхідно прикласти для стиснення пружини на (а) 10,0 см, (б) 20,0 см, (в) 50,0 см, якщо k = 15,0 Н/м.

Розв'язування

При стиснення пружини виникає сила пружності, яка задається рівнянням F = $k \cdot \Delta x$.

А) для x = 10.0 см

$$F = k \cdot \Delta x = (15.0 \text{ Н/м})(0.10 \text{ м}) = 1.50 \text{ Н}.$$

В) для x = 20.0 см

$$F = k \cdot \Delta x = (15.0 \text{ Н/м})(0.20 \text{ м}) = 3.00 \text{ Н}.$$

С) для x = 50.0 см

$$F = k \cdot \Delta x = (15.0 \text{ Н/м})(0.50 \text{ м}) = 7.50 \text{ Н}.$$

Відповідь: А) F = 1.50 Н; В) F = 3.00 Н; С) F = 7.50 Н.

Приклад 2. Знайдіть роботу, виконану при стисненні пружини, використовуючи данні з прикладу 1.

Розв'язування

Роботу по стисненню пружини, знайдемо з рівняння:

$$\text{A} = \frac{1}{2} k \cdot \Delta x^2.$$

А) для x = 10.0 см

$$\text{A} = \frac{1}{2} k \cdot \Delta x^2 = (1/2)(15.0 \text{ Н/м})(0.10 \text{ м})^2 = 0.075 \text{ Н·м} = 0.075 \text{ Дж}.$$

В) для x = 20.0 см

$$\text{A} = \frac{1}{2} k \cdot \Delta x^2 = (1/2)(15.0 \text{ Н/м})(0.20 \text{ м})^2 = 0.300 \text{ Дж}.$$

С) для x = 50.0 см

$$\text{A} = \frac{1}{2} k \cdot \Delta x^2 = (1/2)(15.0 \text{ Н/м})(0.50 \text{ м})^2 = 1.88 \text{ Дж}.$$

Відповідь: А) A = 0.075 Дж; В) A = 0.300 Дж; С) A $= 1.88$ Дж»

Тема 5. Механіка твердого тіла

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

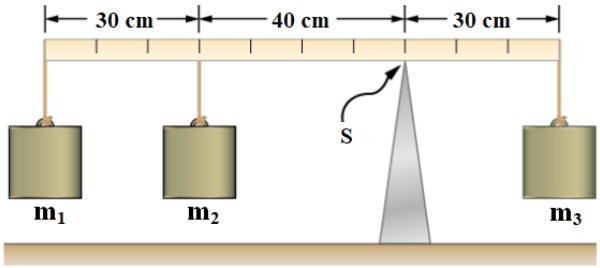
1. Що називають абсолютно твердим тілом?
2. Що називають моментом довільного вектора відносно точки?
3. Що називають моментом сили відносно точки?
4. Що називають моментом сили відносно осі?
5. Що називають парою сил, чому дорівнює її момент?
6. Як визначається центр маси тіла (центр інерції), за якими формулами знаходяться його координати?
7. Дайте визначення моменту інерції матеріальної точки, тіла відносно осі.
8. Сформулюйте основний закон обертання.
9. Як визначається момент кількості руху тіла?
10. Що називають законом моменту імпульса?
11. Що називають законом зміни моменту кількості руху?
12. Чому дорівнює кінетична енергія тіла, що обертається?
13. У чому полягає теорема Штейнера для моменту інерції тіла?
14. Які аналогії існують в рівняннях динаміки поступального й обертального рухів?
15. Що називається імпульсом моменту сили?

2. *Індивідуальне тестування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Три тіла різної маси прикріплено до вимірювальної лінійки, як показано на рисунку. Маса лінійки - 150,0 г, а маси першого і другого вантажів відповідно дорівнюють: m1 = 50,0 г і m2 = 75,0 г. Знайдіть тіла масу m3, яка врівноважує систему та силу реакції опори, коли система знахлодиться врівновазі.



Розташування трьох тіл на рівномірній лінійці, що знаходиться в статистичній рівновазі.

Розв'язування

Для системи тіл, як показаного на малюнку, визначимо наступні п'ять сил, що діють на метрову лінійку:

$$F_1 = m_1 g$$

це вага тіла масою m_1;

$$F_2 = m_2 g$$

вага тіла масою m_2;

$$F = mg$$

вага для всеї палиці;

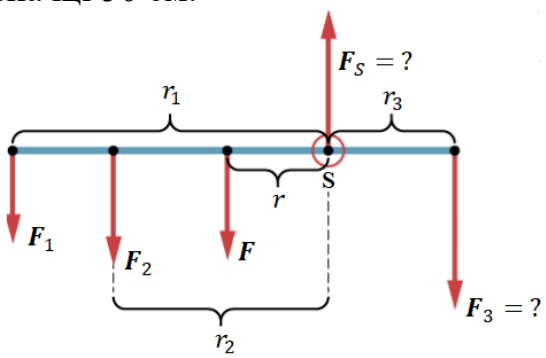
$$F_3 = m_3 g$$

вага невідомої маси m_3; F_S сила реакції опори в точці S.

Вибираємо напрям кординатних осей, де напрям осі y - напрямок сили тяжіння, напрям осі x - вздовж розташування метрової палиці, а вісь обертання (вісь z) перпендикулярна до x-вісі і проходить через опорну точку S. Іншими словами, ми вибираємо шарнір у точці, де метрова палиця торкається опори.

Тепер позначимо шарнір і п'ять векторів, що представляють п’ять сил уздовж метрової палиці, розміщуючи сили відносно вісі повороту (Рис.2). На цьому етапі ми можемо ідентифікувати важелі п’яти сил з урахуванням інформації, наданої в умові задачи.

Враховуючи положення центру мас для нашої рівномірної палиці, прикріпимо вагу F на позначці 50 см.



Розташування сил для вимірювальної палиці. Шарнір вибирається в опорній точці S.

На основі рисунків знайдемо відстань r_1, r_2, r_3, r :

r_1= 30.0 см+40.0 см = 70.0 см = 0.7 м;

r_2= 40.0 см = 0.4 м;

r = 50.0 см−30.0 см = 20.0 см = 0.2 м;

r_S = 0.0 см;

r_3= 30.0 см = 0.3 м

Тепер ми можемо знайти п′ять моментів обертання відносно вибраної вісі обертання:

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + M + \vec{M}_s + \vec{M}_3 = 0.$$

Отримуємо другий стан рівноваги

$$+r_1 m_1 g + r_2 m_2 g + rmg - r_3 m_3 g = 0.$$

Вибираємо додатній напрям Оy паралельно $\boldsymbol{F}_S$, отримуємо

$$-F_1 - F_2 - F + F_S - F_3 = 0.$$

Тоді умова рівноваги для нашої рівномірної падиці запишеться як:

$$-m_1 g - m_2 g - mg + F_S - m_3 g = 0.$$

Розвяжемо останні два рівняння для знаходження маси тіла невідомої m_3 та F_S.

Поділивши ліву і праву частини рівняння на g, отримуємо:

$$r_3 m_3 = r_1 m_1 + r_2 m_2 + rm.$$

Тепер виразимо m_3, поділивши обідві сторони рівняння на r_3, будемо мати

$$m_3 = \frac{r_1}{r_3} m_1 + \frac{r_2}{r_3} m_2 + \frac{r}{r_3} m =$$

$$= \frac{70}{30}(50.0\text{ г}) + \frac{40}{30}(75.0\text{ г}) + \frac{20}{30}(150.0\text{ г}) = 316.0\frac{2}{3}\text{ г} \approx 0.317\text{ кг}.$$

Для знаходження сили опору

$$F_S = (m_1 + m_2 + m + m_3)g =$$

$$= (50.0 + 75.0 + 15.0 + 316.7) \times 10^{-3}\text{кг} \times 9.8\frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 5.8\text{ Н}.$$

Відповідь: $F_S = 5.8$ Н

Приклад 2. Диск масою m = 2 кг котиться без ковзання по горизонтальній площині із швидкістю v = 4 м/с. Знайти кінетичну енергію W_k диска.

Розв'язування

У завданні розглядається так званий «плоский рух». Повна кінетична енергія диска складається з кінетичної енергії поступальної руху точки центру мас і кінетичної енергії обертання відносно осі, що проходить через центр мас:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

Оскільки

$$J = \frac{mR^2}{2} \text{ і } \qquad \omega = \frac{v}{R}$$

де m - маса диска, R - радіус диска, то

$$W_k = \frac{3mv^2}{4} = \frac{3(2\text{ кг})(4\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{4} = 24\text{ Дж}$$

Відповідь: $W_k = 24$ Дж »

Тема 6. Гравітація. Елементи теорії поля

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Як співвідносяться між собою сила тяжіння і вага тіла?

2. Як співвідносяться між собою вектори результуючого і виключно гравітаційного прискорення вільного падіння поблизу поверхні Землі?

3. Дайте визначення центрального поля.

4. Як зміниться сила гравітаційного притягання між тілами, якщо відстань між ними збільшиться в 3 рази?

5. Перша космічна швидкість поблизу поверхні Землі становить...?

6. З якою силою Земля притягує камінь масою 200г, що лежить на її поверхні?

7. Дайте визначення поля гравітаційного прискорення вільного падіння на поверхні Землі?

8. Значення прискорення вільного падіння становить …?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Середня щільність Венери ρ, радіус планети r. Знайдіть прискорення вільного падіння на поверхні Венери.

Розв'язування

$$g = G\frac{M}{r_{\text{в}}^2}$$

Враховуючи що $M = \rho \cdot V$ і $V = \frac{4}{3}\pi r^3$, отримаємо:

$$M = \frac{4}{3}\pi\rho r^3$$

Отже

$$g = \frac{4G\pi\rho r^3}{3r^2} = \frac{4}{3}\pi G\rho r$$

Відповідь: $g = \frac{4}{3}\pi G\rho r$

Приклад 2. Який період обертання штучного супутника на висоті h від поверхні? Масу і радіус Землі вважати відомими.

Розв'язування

При розгляді першої космічної швидкості був отриманий наступний результат:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r + h}}$$

З іншого боку, з кінематики обертального руху

$$v = \omega(r + h),$$

але

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Тоді

$$v = \frac{2\pi(r + h)}{T}$$

Прирівнюючи отриману рівність і вираз для першої космічної швидкості, отримаємо:

$$\frac{2\pi(r + h)}{T} = \sqrt{\frac{GM}{r + h}}$$

$T = 2\pi(r+h)\sqrt{\frac{GM}{r+h}}$

Відповідь: $T = 2\pi(r+h)\sqrt{\frac{GM}{r+h}}$

Тема 7. Релятивістська механіка

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Якими умовами обмежено застосування класичної механіки?
2. Як маса тіла залежить від його швидкості?
3. На які принципи спирається теорія відносності Ейнштейна?
4. У чому полягає відмінність лоренцевих перетворень координат тіла від галилеєвих?
5. У чому полягає універсальний закон взаємозалежності маси й енергії?
6. Що відбувається з просторовими й часовими інтервалами при переході до системи відліку, яка рухається?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Зі швидкістю v має летіти частинка відносно системи відліку К для того, щоб проміжок власного часу $\Delta\tau$ був у 10 разів меншим за проміжок часу Δt ,що відлічений за годинником системи К?

Розв'язування

$$\Delta\tau = \Delta\tau\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

За умовою задачі,

$$\frac{\Delta\tau}{\Delta t} = \frac{1}{10'}$$

Тому

$$\frac{1}{10} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

$$1 = 100 - 100v^2/c^2,$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 0{,}99,$$

$$v = c\sqrt{0{,}99} \approx 0{,}995c$$

Відповідь: $v \approx 0{,}995\ c$

Приклад 2. Імпульс тіла масою m дорівнює $p = mc$ Визначити кінетичну енергію тіла.

Розв'язування

Скористаємось формулою

$$p^2c^2 = T(T + 2mc^2).$$

Підставимо в неї дане за умовою $p = mc$:

$$m^2c^4 = T^2 + 2mc^2T,$$

$$T^2 + 2mc^2T - m^2c^4 = 0,$$

$$T = -mc^2 \pm \sqrt{2m^2c^4 + m^2c^4}.$$

Оскільки $T > 0$, то

$$T = -mc^2 + \sqrt{2m^2c^4} = \left(\sqrt{2} - 1\right)mc^2$$

Відповідь: $T = \left(\sqrt{2} - 1\right)mc^2$

Тема 8. Вільні гармонічні коливання

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Який процес називається коливальним?
2. Що являють собою гармонійні коливання, як виглядає їх рівняння?
3. Як відбувається суперпозиція двох гармонійних коливань?
4. Яке явище називають биттям, як воно виглядає?
5. Які умови потрібно виконати, щоб довільне тіло стало фізичним маятником? Що таке його зведена довжина? Що таке оборотний маятник?
6. Як визначається повна енергія гармонійних коливань?
7. Коли і як проявляється резонанс?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Матеріальна точка масою m = 5 г здійснює гармонічні коливання з частотою ν_0 = 0,5 Гц. Амплітуда коливань A = 3 см. Визначити: 1) модуль швидкості v точки в момент часу, коли зміщення x = 1,5 см; 2) максимальне значення модуля діючої сили F_{max}; 3) повну енергію W точки.

Розв'язування

Рівняння гармонічних коливань має вигляд:

$$x = A\sin(\omega_0 t + \alpha)$$

де ω_0 – власна циклічна частота, α – початкова фаза коливань. Продиференціювавши це рівняння, отримаємо вираз для проекції вектора швидкості

$$v_x = x = A\omega_0\cos(\omega_0 t + \alpha)$$

Щоб пов'язати цю величину зі зміщенням, заданим в умові задачі, піднесемо обидва виписані рівняння до квадрату і додамо одержані вирази:

$$x^2 = A^2 \sin^2(\omega_0 t + \alpha),$$
$$v_x^2 = A^2\omega_0^2 \cos^2(\omega_0 t + \alpha),$$
$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v_x^2}{A^2\omega_0^2} = 1$$

Звідси $v_x = \pm\omega_0\sqrt{A^2 - x^2}$

Врахуємо тепер зв'язок циклічної частоти з лінійною 0 0 ω = 2πν і вираз модуля вектора через його проекції, котрий в одновимірному випадку зводиться до $v=|v_x|$. Остаточно маємо

$$v = 2\pi v_0\sqrt{A^2 - x^2}$$

Щоб розрахувати величину F_{max}, запишемо другий закон Ньютона у проекціях на напрям вектора прискорення $\vec{a}$

$F_x = ma_x$

Проекцію прискорення знайдемо як похідну по часу від проекції швидкості

$$a_x = \dot{v}_x = -A\omega_0^2 \sin(\omega_0 t + \alpha)$$

Тепер

$$F = |F_x| = A(2\pi v_0)^2 m|\sin(2\pi v_0 t + \alpha)|$$

Очевидно, що $F=F_{max}$, якщо $|\sin(2\pi v_0 t + \alpha)| = 1$, тому остаточно

$$F_{max} = (2\pi v_0)^2 Am$$

Повну механічну енергію коливної точки розраховують за формулою $W = \frac{mA^2\omega_0^2}{2}$, отже:

$$W = 2m(\pi A v_0)^2$$

Виписуємо тепер значення величин в міжнародній системі одиниць і виконуємо числовий розрахунок:

$$m = 5 \cdot 10^{-3}\text{кг}; A = 3 \cdot 10^{-2}\text{м}; x = 1{,}5 \cdot 10^{-2};$$
$$v = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}5\sqrt{(3 \cdot 10^{-2}) - (1{,}5 \cdot 10^{-2})} = 8{,}2 \cdot 10^{-2}\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$
$$F_{max} = (2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}5)^2 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 1{,}5 \cdot 10^{-3}(\text{Н});$$
$$W = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}(3{,}14 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}5)^2 = 2{,}2 \cdot 10^{-5}(\text{Дж}).$$

Відповідь: *v=8,2 см/с, F_{max}=1,5 мН, W =22 мкДж.*

Приклад 2. До невагомої пружинки підвісили тягарець, і вона розтягнулася на Δx = 9,8см. З яким періодом буде коливатися тягарець, якщо йому дати невеликий поштовх у вертикальному напрямі? Логарифмічний декремент згасання λ = 3,1.

Розв'язування

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \beta^2$$

Або

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \omega_0^2 - \beta^2$$

З теорії знаємо, що $\beta = \frac{\lambda}{T}$. Крім того, знаємо, що $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$, а $k\Delta x = mg$. Тому $\frac{k}{m} = \frac{g}{\Delta x}$. Отже, $\omega_0^2 = \frac{g}{\Delta x}$. Тому можемо переписати:

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{g}{\Delta x} - \frac{\lambda^2}{T^2}, \text{або} \frac{1}{T^2}(4\pi^2 + \lambda^2) = \frac{g}{\Delta x},$$

Звідки

$$T = \sqrt{\frac{\Delta x}{g}(4\pi^2 + \lambda^2)} = 0{,}70\ c$$

Відповідь: $T = 0{,}70\ c$

Тема 9. Згасаючі та вимушені коливання

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

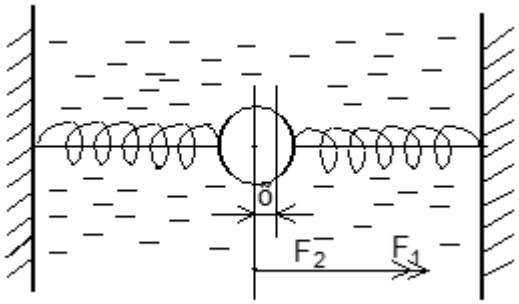
1. Який процес називається коливальним?
2. Які коливання називають вимушеними коливаннями?
3. Яке явище називають биттям, як воно виглядає?
4. Які умови потрібно виконати, щоб довільне тіло стало фізичним маятником?
5. Що таке його зведена довжина? Що таке оборотний маятник?
6. Як визначається повна енергія гармонійних коливань?
7. Коли і як проявляється резонанс?
8. Які коливання називають згасаючими?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Тіло масою *1 кг* знаходиться у в'язкому середовищі з коефіцієнтом опору *r = 0,05 кг/с*. З допомогою двох однакових пружин жорсткістю *k = 50 Н/м* кожна тіло утримується в положенні рівноваги, пружини при цьому недеформовані. Тіло змістили від положення рівноваги, як це показано на рис.5, і відпустили. Визначити: *а*) коефіцієнт згасання *β*; б) частоту *ν* коливань; в) логарифмічний декремент коливань *δ;* г) число *N* коливань за час, протягом якого амплітуда коливань зменшиться в *е* разів; д) добротність коливальної системи.



Розв'язування

На відведене від положення рівноваги тіло діють дві однакові сили $F_1 = F_2 = kx$, які направлені в один бік. Повертальна сила в цьому випадку дорівнює:

$$F_n = -2kx.$$

При русі тіла у в'язкому середовищі з боку останнього виникає сила опору, яка пропорційна швидкості руху тіла:

$$F_0 = -r\,\dot{x}\,.$$

Інших сил в напрямі руху тіла при здійсненні коливань не існує. За другим законом Ньютона результуюча цих двох сил призводить до виникнення прискорення, тобто можна записати:

$$m\ddot{x} = -r\dot{x} - 2kx.$$

Рівняння можна перетворити:

$$\ddot{x} + \frac{r}{m}\dot{x} + \frac{2k}{m}x = 0,$$

де $\frac{r}{m} = 2\beta$, β – коефіцієнт згасання;

$\frac{2k}{m} = \omega_0^2$, ω_0 – власна циклічна частота.

З урахуванням позначень рівняння набуде вигляду:

$$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0.$$

Рівняння є диференціальним рівнянням згасаючих коливань, розв'язком якого є функція:

$$x = A_0\, e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi). \quad (6)$$

Розв'язування: а) коефіцієнт згасання дорівнює

$$\beta = \frac{r}{2m} = \frac{0{,}05}{2\cdot 1} = 0{,}025\ c^{-1};$$

б) частоту коливань ν знайдемо за формулою:

$$\nu = \frac{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{r^2}{4m^2}}}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{2\cdot 50}{1} - \frac{25\cdot 10^{-4}}{4}}}{6{,}28} = 1{,}59\ c^{-1};$$

в) логарифмічний декремент згасання дорівнює

$$\delta = \ln\frac{A_0\cdot e^{-\beta t}}{A_0\cdot e^{-\beta(t+T)}} = \beta T = \frac{\beta}{\nu} = \frac{0{,}025}{1{,}59} = 0{,}0157;$$

г) число коливань, які виконані коливальною системою за час τ, протягом якого амплітуда зменшиться в e разів, дорівнює

$$N = \frac{\tau}{T},$$

де τ – час, за який амплітуда зменшується в e разів;

T – період згасаючих коливань.

Спочатку знайдемо час τ

$$1 = ln\frac{e^{-\beta t}}{e^{-\beta(t+\tau)}} = \beta\tau,$$

звідки

$$\tau = \frac{1}{\beta}.$$

Тоді

$$N = \frac{1}{\beta \cdot T} = \frac{\nu}{\beta} = \frac{1{,}59}{0{,}025} = 64.$$

д) добротність коливальної системи

$$\theta = \frac{\pi}{\delta} = \frac{3{,}14}{0{,}0157} = 200.$$

Відповідь: $\nu = 1{,}59\ c^{-1}$; $\delta = 0{,}0157$; $N = 64$; $\theta = 200$.

Приклад 2. Частинку змістили від положення рівноваги на відстань $A_0 = 1$ *см* і відпустили. Який шлях пройде ця частинка, здійснюючи згасаючі коливання, до повної зупинки, якщо логарифмічний декремент згасання $\delta = 0{,}01$?

Розв'язування

Зміщена від положення рівноваги частинка за першу чверть періоду, після того, як її відпустили, пройде шлях $S_1 = A_0$. За кожну наступну половину періоду частинка буде проходити відповідно шляхи

$$S_2 = 2A_0\, e^{-\beta\frac{T}{2}}; \quad S_3 = 2A_0\, e^{-2\beta\frac{T}{2}}; \quad S_4 = 2A_0 \cdot e^{-3\beta\frac{T}{2}}$$

і т.д.

Весь шлях руху частинки буде дорівнювати

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + ... + S_n.$$

Або

$$S = A_0 + 2A_0\, e^{-\beta\frac{T}{2}} + 2A_0\, e^{-2\beta\frac{T}{2}} + 2A_0\, e^{-3\beta\frac{T}{2}} + ... + 2A_0\, e^{-n\beta\frac{T}{2}}.$$

Після спрощення одержимо

$$S = A_0 \cdot \left[1 + 2\left(e^{-\beta\frac{T}{2}} + e^{-2\beta\frac{T}{2}} + e^{-3\beta\frac{T}{2}} + ... + e^{-n\beta\frac{T}{2}}\right)\right].$$

В круглих дужках нескінченно спадна геометрична прогресія, сума членів якої визначається за формулою

$$S_n = \frac{a_1}{1-q},$$

де $a_1 = e^{-\beta\frac{T}{2}}$ – перший член геометричної прогресії;

$q = e^{-\beta\frac{T}{2}}$ – знаменник прогресії.

Тому

$$S = A_0 \cdot \left[1 + 2 \cdot \frac{e^{-\beta\frac{T}{2}}}{1 - e^{-\beta\frac{T}{2}}}\right] = A_0 \cdot \frac{1 + e^{-\beta\frac{T}{2}}}{1 - e^{-\beta\frac{T}{2}}}.$$

Врахувавши те, що $\beta T = \delta$, одержимо

$$S = 0{,}01 \cdot \frac{1 + e^{-\frac{0{,}01}{2}}}{1 - e^{-\frac{0{,}01}{2}}} = 4\ м$$

Відповідь: $S = 4\ м$

Тема 10. Хвильові процеси. Елементи акустики

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. У чому полягає хвильовий процес?
2. Як виглядає рівняння біжучої хвилі?
3. Що називається довжиною біжучої хвилі, хвильовим числом, хвильовим вектором?
4. Чому дорівнює інтенсивність хвилі (щільність її потоку енергії)?
5. Яке явище називають стоячою хвилею?
6. У чому полягає схожість і відмінність стоячої хвилі та биття?
7. Що називається когерентністю, інтерференцією хвиль?
8. У чому полягає принцип Гюйгенса-Френеля?
9. Як убуває з відстанню амплітуда сферичної хвилі? »

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклади розв'язування задач

Приклад 1. «Плоска хвиля поширюється вздовж прямої зі швидкістю, модуль якої v = 20 м/с. Дві точки, що розміщені на цій прямій на відстанях x1 = 12 м та x2 = 15 м від джерела хвилі, коливаються з різницею фаз Δφ = 75,0 π . Знайти довжину хвилі λ, написати рівняння хвилі і знайти зміщення вказаних точок в момент часу t′ = 2,1 с , якщо амплітуда коливань A = 0,1 м та початкова фаза хвилі α = 0 .

Розв'язування

Рівняння плоскої хвилі, що поширюється вздовж осі OX, має вигляд:

$$\zeta(x,t) = A\cos\left(\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \alpha\right),$$

де: ζ (x, t) – зміщення в точці, що на відстані x від джерела, в момент часу t; ω – циклічна частота коливань.

Фаза хвилі – аргумент косинуса, тому різниця фаз

$$\Delta\varphi = \omega\left(t - \frac{x_1}{v}\right) + \alpha - \omega\left(t - \frac{x_2}{v}\right) - \alpha = \frac{\omega}{v}(x_2 - x_1).$$

Оскільки ω = 2π T , а довжина хвилі λ = v·T (T – період коливань), то маємо

$$\omega = \frac{2\pi v}{\lambda},$$

і

$$\Delta\varphi = 2\pi(x_2 - x_1)/\lambda.$$

Звідси

$$\lambda = \frac{2\pi(x_2 - x_1)}{\Delta\varphi}.$$

Рівняння хвилі тепер запишемо з урахуванням формули

$$\zeta(x,t) = A\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x) + \alpha\right), \quad (4)$$

Підставимо у робочі формули значення фізичних величин.

$$\lambda = \frac{2\pi(15 - 12)}{0{,}75\pi} = 8(\text{м}),$$

$$\zeta(x,t) = 0{,}1\,cos\left(\frac{\pi}{4}(20t - x)\right)\text{м}.$$

Тепер розрахуємо $\zeta_1(x_1, t`)$ та $\zeta_2(x_2, t`)$:

$\zeta(x_1, t`) = 0{,}1\cos\left(\frac{\pi}{4}(20 * 1{,}2 - 12)\right)$ м = 0,1 cos(3π)м = -0,1;

$\zeta(x_2, t`) = 0{,}1\cos\left(\frac{\pi}{4}(20 * 1{,}2 - 15)\right)$ м = 0,1 cos(2,25π)м ≈ -0,71.

Відповідь: λ = 8м; $\zeta(x_2, t) = 0{,}1\cos\left(\frac{\pi}{4}(20t - x)\right)$ м

Приклад 2. Нерухомий приймач при наближенні джерела звуку, що випромінює хвилі з частотою ν 0 = 360 Гц , реєструє звукові коливання з частотою ν 0 = 400 Гц . Вважаючи, що температура повітря T = 290 K, його молярна маса M = ,0 029 кг моль, визначте швидкість руху джерела звуку.

Розв'язування

Виходячи із загальної формули для ефекту Допплера в акустиці та враховуючи, що приймач нерухомий, а джерело наближається до приймача, отримаємо

$$v = \frac{\upsilon v_0}{\upsilon - v_{дж}}.$$

де υ – швидкість поширення звуку. Звідси

$$\upsilon_{дж} = \upsilon\left(1 - \frac{v_0}{v}\right)$$

Швидкість поширення звукових хвиль в газах

$$\upsilon = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mathrm{M}}}$$

де коефіцієнт Пуассона для повітря дорівнює $\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{7}{5} = 1{,}4$.

Підставивши, знайдемо шукану швидкість руху джерела звуку

$$\upsilon_{\text{дж}} = \upsilon\left(1 - \frac{v_0}{v}\right)\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}.$$

Підставляючи в останню формулу дані, отримаємо

$$\upsilon_{\text{дж}} = \upsilon\left(1 - \frac{360}{400}\right)\sqrt{\frac{1{,}4 \cdot 8{,}31 \cdot 290}{0{,}029}} = 34{,}1(\text{м}/c).$$

Відповідь: 1,34 м/с.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

Тема 11. Механіка рідин

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Як пояснюється у гідростатиці встановлення єдиного рівня рідини у поєднаних судинах? Як це явище застосовують на практиці?

2. Як пояснюється так званий гідростатичний парадокс: вага рідини в загальному випадку не дорівнює силі тиску рідини на дно посудини?

3. Як застосовують на практиці явище зниження тиску у звуженій частині трубки при течії по ній рідини (газу)?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Пробкова кулька радіусом r = 5 мм спливає в сосуді, наповненому касторовою олією. Знайти динамічну і кінематичну в'язкість касторової олії, якщо кулька спливає з постійною швидкістю v = 3,5 см/с.

Розв'язування

Оскільки кулька рухається рівномірно, то по другому закону Ньютона

$$F_A - F - mg = 0, \qquad (1)$$

де маса кульки:

$$m = p_n V = p_n \frac{4\pi r^3}{3}. \qquad (2)$$

Сила Архімеда:

$$F_A = p_m\, Vg = p_m\ (4\pi r\text{^}3)/3. \qquad (3)$$

Сила опору Макса за законом Стокса:

$$F = 6\pi\eta r v \qquad (4)$$

Підставляючи рівняння (2) - (4) в (1), після нескладних перетворень отримаємо

$$18\eta v = 4r^2 g(p_n - p_m),$$

звідки динамічна в'язкість:

$$\eta = \frac{2r^2 g(p_n - p_m)}{9v} = 1{,}09\ (\text{Па} \cdot \text{с});$$

Кінематична в'язкість масла $v = \eta/p_m$; $v = 12{,}1\ \text{см}^2/\text{с}$.

Відповідь: $v = 12{,}1\ \text{см}^2/\text{с}$.

Приклад 2. Сталева кулька діаметром d=1 мм падає з постійною швидкістю v = 0,185 см/с у великому сосуді, наповненому касторовою олією. Знайти динамічну в'язкість η касторової олії.

Розв'язування

Оскільки кулька рухається рівномірно, то по другому закону Ньютона

$$\mathrm{mg} - F_A - F = 0 \qquad (1)$$

де маса кульки

$$m = p_c V = p_c \frac{\pi d^3}{6} \qquad (2)$$

Сила Архімеда

$$F_A = p_M V_g = p_M g \times \frac{\pi d^3}{6} \qquad (3)$$

Сила опору масла за законом Стокса:

F = 3πηdv

Підставляючи рівняння (2) - (4) в (1), після нескладних перетворень

Отримаємо $18\eta v = d^2 g \times (p_c - p_M)$, звідси $\eta = \frac{d^2 g(p_c - p_M)}{18v}$; $\eta = 2$ Па · с

Відповідь: $\eta = 2$ Па · с

Тема 12. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. У чому полягають основні завдання, методи молекулярної фізики, термодинаміки?

2. Сформулюйте закон Паскаля для тиску в рідинах (в газах).

3. Що таке число Авогадро, яким є його сенс, чому воно дорівнює?

4. Що називається термодинамічною системою, які її параметри називаються інтенсивними, які – екстенсивними?

5. Що таке термодинамічна температура, як вона пов'язана з абсолютною температурою Кельвіна, з температурою Цельсія, з мікроскопічною середньою кінетичною енергією поступального руху його молекул?

6. Що таке ступені вільності молекули, у чому полягає закон рівномірного розподілу її енергії за ступенями вільності?

7. За якою формулою визначається внутрішня енергія ідеального газу, середня кінетична енергія поступального руху молекули газу через її мікроскопічні параметри, через його температуру?

8. Що являє собою основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу Клаузіуса?

9. У чому полягає фізичний сенс рівняння Клаузіуса?

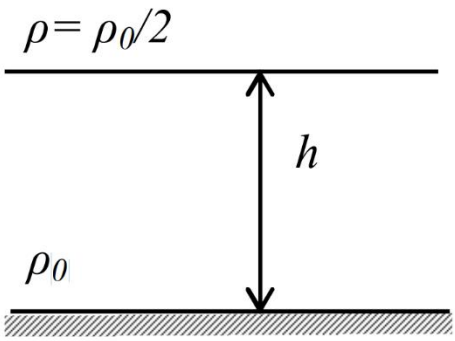
10. Як залежить середня квадратична швидкість молекул газу від його температури, від його маси, від його кіломолярної маси?

11. Як визначається макроскопічний тиск газу через його мікроскопічні характеристики?

2. Опитування.
3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. На якій висоті h щільність повітря в 2 рази менше, ніж його щільність на рівні моря? Вважайте, що температура повітря всюди однакова і дорівнює T = 273К.



Розв'язування

Розглянемо барометричну формулу для ізотермічної атмосфери, тобто температура $T = const$ по всій висоті:

$$P = P_0 e^{-\frac{m_0 g h}{kT}},$$

де P - тиск на висоті h; P_0- тиск на рівні моря; m_0 - маса молекул.

Далі з урахуванням основного рівняння МКТ в вигляді: $P = nkT$, отримаємо:

$$nkT = n_0 kT e^{-\frac{m_0 g h}{kT}} \Longrightarrow n = n_0 e^{-\frac{m_0 g h}{kT}} = n_0 e^{-\frac{\mu g h}{RT}},$$

де μ – молярна маса газу (за умовою повітря, $\mu = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).

А так як щільність і концентрація молекул речовини пов'язані співвідношенням:

$$\rho = n m_0,$$

то маємо:

$$\rho = \rho_0 \exp\left(-\frac{\mu g h}{RT}\right).$$

Згідно з умовою задачі (рисунок):

$$\frac{\rho_0}{2} = \rho_0 e^{-\frac{\mu g h}{RT}}.$$

Після відповідного скорочення прологарифмуємо отриманий вираз за основою е:

$\frac{\mu g h}{RT} = ln2$, звідки: $h = \frac{RTln2}{\mu g}$

Підставимо чисельні значення в отриману формулу:

$$h = \frac{8{,}31 \cdot 273 \cdot ln2}{0{,}029 \cdot 9{,}8} \approx 5527 \text{ (м)}$$

Відповідь: $h \approx 5{,}53$ (км)

Приклад 2. Знайдіть, яку температуру T має маса m = 2 г азоту, що займає об'єм V = 820см при тиску p = 0,2 МПа.

Розв'язування

Температуру азоту можна визначити з рівняння Менделєєва-Клапейрона:

$$pV = \frac{\mathrm{m}}{\mu} RT \qquad (1)$$

звідки температура азоту:

$$T = \frac{\mathrm{pV\mu}}{\mathrm{mR}} \qquad (2)$$

Молярна маса азоту μ=0,028 кг/моль. Підставляючи числові дані, отримаємо:

$$T = \frac{0{,}2 \cdot 10^6 \cdot 820 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}028}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31} = 280\mathrm{K} \text{ або } 7°\mathrm{C}$$

Відповідь: $T = 280\mathrm{K}$

Тема 13. Статистичні розподіли та явища переносу в газах

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Наведіть формулу закону Максвелла розподілу швидкостей молекул газу.
2. Які досліди підтверджують справедливість максвеллівського розподілу молекул ідеального газу за швидкостями?
3. Дайте визначення середньої, середньої квадратичної та найбільш ймовірної швидкостей молекул газу.
4. Наведіть формулу Сезерленда для середньої довжини вільного пробігу молекули газу.
5. Наведіть барометричну формулу, розподіл Больцмана.
6. Що таке теплоємність речовини? Наведіть співвідношення між теплоємністю при постійному тиску і теплоємністю при постійному об'ємі.
7. У чому полягає фізичний сенс рівняння Майєра? Як його довести?
8. Що таке явища переносу в газах, які вони, в чому полягають?
9. В чому полягає сенс градієнту концентрації молекул газу? »

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Потенційна енергія молекул газу в деякому центральному полі залежить від відстані r до центру поля як $U(r) = ar^2$, де a - позитивна

постійна. Газ має температуру T, а концентрація молекул в центрі поля дорівнює n_0. Знайти:

1) число молекул, знаходяться в інтервалі відстаней (r, $r + dr$);
2) найбільш ймовірну відстань молекул від центру поля;
3) відносну кількість усіх молекул в шарі (r, $r + dr$);
4) кількість молекул з потенційною енергією (U, $U + dU$);
5) найбільш ймовірне значення потенційної енергії $U_{ймов}$;
6) повне число частинок у всьому просторі.

Розв'язування

Шукане число молекул, що знаходяться в елементарному обсязі dV:

$$dN = ndV, \qquad (1)$$

де n – концентрація молекул.

За умовою завдання силове поле має сферичну симетрією, тому елементарний об'єм можна уявити як нескінченно тонкий кульової шар, відповідний інтервалу відстаней (r, $r + dr$):

$$dV = 4\pi r^2 dr \qquad (2)$$

За формулою розподілу Больцмана для концентрації маємо:

$$n = n_0 e^{(-U/kT)} \qquad (3)$$

Підставивши (3), (2) в (1) і з огляду на, що $U(r) = ar^2$, отримаємо:

$$dnN = n_0 e^{(-ar^2/kT)} 4\pi r^2 dr \qquad (4)$$

Найбільш ймовірна відстань визначається значенням абсциси, відповідної максимуму функції: $dN/n_0 dr = e^{(-ar^2/kT)} 4\pi r^2$. Для знаходження максимального значення треба взяти похідну цієї функції по r і прирівняти її до нуля. Таким чином, шукане значення: $r_{\text{ймов}} = \sqrt{kT/a}$. Відносна кількість усіх молекул в шарі (r, $r + dr$) дорівнює:

$$\varepsilon = dN/N \qquad (5)$$

де N – повна кількість часток у всьому просторі, яке дорівнює:

$$N = \int_0^\infty dN = \int_0^\infty n_0 e^{(-ar^2/kT)} 4\pi r^2 dr.$$

Після інтегрування одержуємо:

$$N = n_0 (\frac{a}{\pi kT})^{\frac{3}{2}}.$$

Підставивши отриманий вираз в (5):

$$\varepsilon = \frac{dN}{N} = (\frac{a}{\pi kT})^{\frac{3}{2}} e^{(-ar^2/kT)} 4\pi r^2 dr.$$

Визначимо число молекул з потенційною енергією в інтервалі (U, $U + dU$). За умовою $U(r) = ar^2$. Звідки $r = \sqrt{U/a}$ та $\mathrm{d}r = du/2\sqrt{aU}$. Підставивши в (4) останній вираз, отримуємо:

$$dN = 2\pi n_0 a^{3/2} e^{(-U/kT)} \sqrt{U} dU.$$

Для знаходження найбільш ймовірного значення потенційної енергії $U_{ймов}$ необхідно розглянути відношення: $\frac{dN}{dU} = 2\pi n_0 a^{3/2} e^{(-U/kT)} \sqrt{U}$. Отримана функція має сенс щільності ймовірності розподілу часток по енергіях і має

вигляд кривої з максимумом. Знайдемо похідну від функції і прирівняємо до нуля, отримаємо:

$$U_{\text{ймов}} = \frac{kT}{2}.$$

Відповідь:

1) $dN = n_0 e^{(-ar^2/kT)} 4\pi r^2 dr$

2) $r_{\text{ймов}} = \sqrt{kT/a}$

3) $\varepsilon = (\frac{a}{\pi kT})^{\frac{3}{2}} e^{(-ar^2/kT)} 4\pi r^2 dr.$

4) $dN_{U,U+dU} = 2\pi n_0 a^{3/2} e^{(-U/kT)} \sqrt{U} dU.$

5) $U_{\text{ймов}} = \frac{kT}{2}.$

6) $N = n_0 (\frac{a}{\pi kT})^{\frac{3}{2}}$

Приклад 2. Суміш азоту та гелію при температурі С знаходиться під тиском. Маса азоту складає 70 % від загальної маси суміші. Знайти концентрацію молекул кожного з газів.

Розв'язування

При даному тиску газ можна вважати ідеальним, отже він може бути описаний основним рівнянням молекулярно-кінетичної теорії:

$$p = nkT \qquad (1)$$

де n - концентрація молекул, k = 1.38 · 10 $^{-23}$ Дж/К – стала Больцмана, T = t + 273°C – термодинамічна температура.

Тиск ідеального газу, як видно з рівняння (1), не залежить від виду газу. Воно дозволить знайти концентрацію молекул суміші і, за відомим процентним складом, – концентрацію кожного газу. Процентний склад газів задано за масою. Отже маса кожного з них:

$$m_1 = c_1 m;\ m_2 = c_2 m; \qquad (2)$$

де c_1 і c_2 - відсотковий склад відповідно азоту і гелію; m - маса суміші.

З іншого боку, маса кожного з газів

$$m_1 = V_{n1}\mu_1 / N_A;\ m_2 = V_{n2}\mu_2 / N_A, \qquad (3)$$

де V - об`єм газу; μ - молекулярна маса; N_A - стала Авогадро (μ_i/N_A маса молекули.)

Порівнявши праві частини рівнянь (2) і (3), отримаємо:

$$c_1 m = V_{n1}\mu_1/N_A; \qquad c_2 m = V_{n2}\mu_2/N_A,$$

звідки $\frac{n_1}{n_2} = \frac{c_1\mu_2}{c_2\mu_1} = \frac{1}{3}.$

Оскільки $n_1 + n_2 = n$, то $n_1 = \frac{1}{4}\frac{P}{km} = 0{,}8 \cdot 10^{22}\text{м}^{-3}$, $n_2 = \frac{3}{4}\frac{P}{km} = 2{,}4 \cdot 10^{22}\text{м}^{-3}$.

Відповідь: $n_1 = 0{,}8 \cdot 10^{22}\text{м}^{-3}$, $n_2 = 2{,}4 \cdot 10^{22}\text{м}^{-3}$

Тема 14. Перший та другий закони термодинаміки

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. У чому полягає перший, другий принцип термодинаміки?
2. Які процеси в ідеальному газі називаються рівноважними?
3. Дайте визначення понятть термодинаміка, термодинамічна система, стану її термодинамічної рівноваги, його рівняння.
4. Що називають термодинамічним процесом?
5. Що називають робочим тілом (робочою речовиною)?
6. Яка існує домовленість відносно знаку кількості теплоти та виконаної роботи в термодинаміці?
7. Що називають вічним двигуном першого, другого роду?
8. Чому дорівнює робота газу при його ізобаричному розширенні?
9. Який процес в термодинаміці називають адіабатичним?
10. Чому дорівнює робота газу при його адіабатичному розширенні?
11. Чому дорівнює робота газу при його ізотермічному розширенні?
12. Наведіть формулу закону Пуассона адіабатичного процесу для ідеального газу на мові температури та об'єму, на мові тиску та об'єму.
13. Дайте визначення оборотного (необоротного) термодинамічного процесу.
14. Дайте визначення кругового (циклічного) процесу.
15. Що називається тепловим двигуном або тепловою машиною?
16. Що називається нагрівачем, холодильником теплової машини?
17. Що називається термічним коефіцієнтом корисної дії двигуна?
18. Сформулюйте принцип Томсона відносно перетворення теплоти тепловою машиною.

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Маса m = 10 г кисню знаходиться при тиску p = 0,3 МПа і температурі t = 10°C. Після нагрівання при p = const газ зайняв об'єм V_2 = 10 л. Знайти кількість теплоти отриману газом і енергію теплового руху молекул газу W до і після нагрівання.

Розв'язування

Енергія теплового руху молекул кисню до нагрівання

$$W_1 = \frac{5mRT_1}{2\mu} \qquad (1),$$

після нагрівання

$$W_2 = \frac{5mRT_2}{2\mu} \qquad (2).$$

При розширенні газу була здійснена робота

$$\Delta A = p\Delta V = p(v_1 - v_2) \qquad (3)$$

Кількість теплоти, отримана газом відповідно до першого закону термодинаміки

$$\Delta Q = \Delta W + \Delta A \qquad (4)$$

Зміна внутрішньої енергії газу:

$$\Delta W = \frac{5}{2}\frac{m}{\mu}R(T_1 - T_2) \qquad (5)$$

Невідомі V1 і T2 можна знайти з рівнянь початкового і кінцевого станів газу:

$$pV_1 = \frac{m}{\mu}RT_1 \qquad (6),$$

$$pV_2 = \frac{m}{\mu}RT_2 \qquad (7)$$

Із (6) $V_1 = \frac{mRT_1}{\mu p}$. Із (7) $T_2 \frac{pV_2\mu}{mR}$. З рівняння (1) $W_1 = 1{,}8$ кДж.

Підставивши (7) в (2) отримаємо $W_2 = \frac{5}{2}pV_2$; $W_2 = 7{,}6$ кДж. З (4), з урахуванням (3) і (6) $\Delta Q = (W_1 - W_2) + p(V_{2-}\frac{mRT_2}{\mu p})$; $\Delta Q = 7{,}9$ кДж.

Відповідь: $\Delta Q = 7{,}9$ кДж .

Приклад 2. В балоні об'ємом V = 10 л знаходиться гелій під тиском p_1 = 1,0 МПа при температурі t_1 = 27°С . Після того, як з балона було взято Δm = 10 г гелію, температура в балоні зменшилася до t_2 = 17°С. Визначити тиск p_2 гелію, що залишився.

Розв'язування

Застосуємо рівняння Менделєєва-Клапейрона до початкового і кінцевого станів газу:

$$p_1V = \frac{m_1}{\mu}RT_1,\ p_2V = \frac{m_2}{\mu}RT_2,$$

де m_1 та m_2 – маси газу в обох станах, μ – молярна маса, T – абсолютна температура, R – універсальна газова стала. З цих рівнянь маємо

$$m_1 = \frac{\mu p_1 V}{RT_1},\ m_2 = \frac{\mu p_2 V}{RT_2} \text{ або } m_1 - m_2 = \frac{\mu p_1 V}{RT_1} - \frac{\mu p_2 V}{RT_2}.$$

За умовою задачі $m_1 - m_2 = \Delta m$, тому

$$p_2 = T_2\left(\frac{p_1}{T_1} - \frac{\Delta m R}{\mu V}\right).$$

T_1 = 300 К, T_2 = 290 К, $p_1 = 1{,}0 \cdot 10^6$ Па, $\Delta m = 1{,}0 \cdot 10^{-2}$ кг,
R = 8,31 Дж/моль · К, $\mu = 4{,}0 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $V = 1{,}0 \cdot 10^{-2}$ м^3,

$$p_2 = 290\left(\frac{1{,}0 \cdot 10^6}{300} - \frac{1{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot 8{,}31}{4{,}0 \cdot 10^{-3} - 1{,}0 \cdot 10^{-2}}\right) = 3{,}6 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Відповідь: $p_2 = 3{,}6 \cdot 10^5$ Па.

Тема 15. Реальні гази

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Наведіть формулу закону Максвелла розподілу швидкостей молекул газу.

2. Які досліди Яку температуру (криву) називають температурою (кривою) Бойля?

3. Якою є гранично мала відстань між об'єктами, що їх можна розрізнити за допомогою електронного мікроскопу? Якими є розміри атомів і молекул?

4. Як сили притяжіння та відштовхування між двома молекулами залежать від відстані між ними?

5. Що і чому називають потенційною ямою потенційної енергії взаємодії двох молекул?

6. Що становить рівноважна відстань між молекулами речовини, як вона залежить від її температури?

7. Наведіть рівняння, зобразіть ізотерми Ван-дер-Ваальса.

8. Як рівняння Менделєєва-Клапейрона узагальнюється до рівняння Ван-дер-Ваальса? Який газ називають газом Ван-дер-Ваальса?

9. Скільки коренів (дійсних коренів) має рівняння Ван-дер-Ваальса?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Приклад 1. Знайти швидкість v руху вуглекислого газу по трубі, якщо відомо, що за час t=30 хв через поперечний переріз труби протікає маса газу m = 0,51 кг. Густина газу p = 7,5 кг/м3. Діаметр труби D = 2 см.

Розв'язування

За час t через поперечний переріз труби проходить деякий об'єм газу циліндричної форми (маса цього об'єму газу нам відома)

$$V = \frac{\pi}{4} l = \frac{m}{p}. \qquad (1)$$

Швидкість течії вуглекислого газу $v = \frac{l}{t}$. З рівняння (1) знайдемо $l = \frac{4m}{\pi D^2 pt}$, тоді

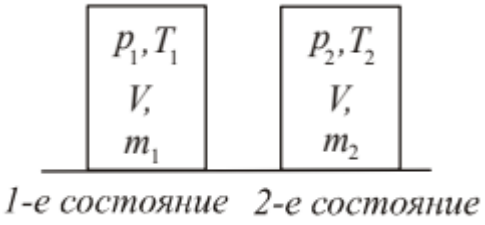
v= $\frac{4m}{\pi D^2 pt}$; v=0,12 м/с.

Відповідь: v=0,12 м/с.

Приклад 2. В балоні знаходиться газ при температурі 15°С. У скільки разів зменшиться тиск газу, якщо 40% його вийде з балона, а температура при цьому знизиться на 8°С?

Розв'язування

Фізичною системою є газ, природа якого невідома. Нехай його молярна маса дорівнює М. Газ виходить з балона, значить, маса змінюється. Зробимо схематичний рисунок, вкажемо для кожного стану параметри (рис.).



Запишемо рівняння Менделєєва – Клапейрона для кожного стану газу:

$$p_1 V = \frac{m_1}{M} R T_1 \qquad (1)$$

$$p_2 V = \frac{m_2}{M} R T_2 \qquad (2)$$

Запишемо у вигляді формул додаткові умови задачі:

$$\Delta m = m_1 - m_2;\ \Delta m = 0{,}4 m_1,$$

де Δm – маса газу, що вийшов.

Тоді:

$$m_2 = 0{,}6 m_1 \qquad (3)$$

$$T_2 = T_1 - \Delta T \qquad (4)$$

де $\Delta T = 8$ К.

Рівняння (3) і (4) підставимо в (1) і (2) і розділимо одне на інше:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} = \frac{m_1}{0{,}6 m_1} \cdot \frac{T_1}{(T_1 - \Delta T)}$$

Зробимо скорочення. Отримаємо:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{0{,}6(T_1 - \Delta T)}$$

Підставивши чисельні значення величин у формулу (5), отримаємо

$$\frac{p_1}{p_2} = 1{,}71$$

Відповідь: $\frac{p_1}{p_2} = 1{,}71$

ЧАСТИНА 3.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. МЕХАНІКА

Тема 1. Кінематика матеріальної точки

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Шлях s, який пройшло тіло при равнозмінному прямолінійному русі з початковою швидкістю υ_0 і кінцевою швидкістю υ, дорівнює

A. $s = \upsilon \cdot t$

B. $\upsilon = \upsilon_0 + at$

C. $s = \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2}$

D. $s = \frac{\upsilon^2 - \upsilon_0^{\ 2}}{2a}$

Матеріальна точка

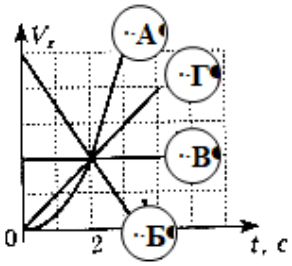
A. тіло, розміри якого за даних умов можна не враховувати

B. тіло, дуже малих розмірів

C. тіло, масою якого за даних умов можна знехтувати

D. тіло, формою якого за даних умов можна знехтувати

Який з графиків відповідає прямолінейному равномірному руху



A. А

B. Б

C. В

D. Г

Велосипедист почав рух зі стану спокою і перші 4 с рухався з прискоренням 1 м/с^2. Потім протягом часу 0,1 хвилини він рухався рівномірно і останні 20 м - равносповільнено до зупинки. Знайти середню швидкість велосипедиста за весь час руху

A. 2,6 м/с
B. 80 м/с
C. 3,5 м/с
D. 18 м/с

Тіло вільно падає з висоти 500 м. Визначити швидкість тіла в момент падіння

A. 100 м/с
B. 50 м/с
C. 20 м/с
D. 200 м/с

Рекомендована література:

1. Дідух Л.Д. Основи механіки.- Тернопіль: Підручники і посібники, 2010.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
5. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 2. Динаміка матеріальної точки

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв’яжіть тестові завдання.

Третій закон Нютона записується у вигляді

A. $m \cdot \vec{a} = \vec{F}$
B. $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$
C. $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$

D. $F = \gamma \cdot \frac{m_г \cdot M_г}{r^2}$

Рівнодійною силою називають

A. алгебраїчну суму всіх сил, що діють на тіло
B. різницю всіх сил, що діють на тіло
C. геометричну суму всіх сил, що діють на тіло
D. силу, що приводить тіло в рух

Вага тіла у стані спокою 5,5 Н. Знайдіть вагу цього тіла при вертикальному русі вниз, під час якого його швидкість зростає від 0 до 9 м/с протягом 2 с

A. 0, 12 Н
B. 15 Н
C. 2,7 Н
D. 3 Н

На шнурі, перекинутому через нерухомий блок, закріплені вантажі масами $m_1 = 0{,}5\ кг$ та $m_2 = 0{,}3\ кг$. З яким прискоренням рухаються вантажі? Прийняти прискорення вільного падіння $g = 9{,}8\ м/с^2$

A. 2,5 $м/с^2$

B. 2,8 $м/с^2$

C. 3,2 $м/с^2$

D. 3,4 $м/с^2$

Тіло масою $m = 2\ кг$ здійснює прямолінійний рух, що описується рівнянням $S = A - Dt + Ct^2 - Dt^3$,м. Вважаючи, що C = 2 м/с2, D = 0,4 м/с3, визначити силу, яка діє на тіло через 1 с після початку руху

A. 1,4 Н
B. 2,8 Н
C. 3,2 Н
D. 5,5 Н

Рекомендована література:

1. Дідух Л.Д. Основи механіки.- Тернопіль: Підручники і посібники, 2010.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.

5. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 3. Робота та енергія

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Запишіть, за якою з наведених формул можна обчислити роботу змінної сили

A. $dA = M d\varphi$

B. $A = FS\cos\alpha$

C. $A = \int_0^S \vec{F} d\vec{S}$

D. $dA = Ndt$

Літак летить на деякій висоті над поверхнею Землі. Він має

A. тільки кинетичну енергію

B. тільки потенціальну енергію

C. кінетичну і потенціальну енергію

D. енергією не володіє

Яку роботу треба виконати, щоб змусити потяг масою 800 тонн збільшити свою швидкість від 36 км/год до 54 км/год. Тертя не враховувати

A. 30 кДж

B. 170 МДж

C. 50 МДж

D. 25 МДж

Визначити масу тіла, що рухається прямолінійно так, що залежність пройденого тілом шляху від часу задана рівнянням $s = A - Bt + Ct^2$ **(м), де С = 3 м/с2. Тіло рухається під дією сили 4 Н**

A. 0,24 кг

B. 1,04 кг

C. 0,33 кг

D. 0,67 кг

Диск масою 2 кг котиться без ковзання по горизонтальній площині зі швидкістю 4 м/с. Знайти кінетичну енергію диска

A. 4 Дж

B. 16 Дж

C. 24 Дж

D. 48 Дж

Рекомендована література:

1. Дідух Л.Д. Основи механіки.- Тернопіль: Підручники і посібники, 2010.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
5. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 4. Сили в механіці

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв’яжіть тестові завдання.

Запишіть, яка з формул визначає відносне подовження деформованого тіла

A. $\sigma = \frac{F}{S}$

B. $\mu = -\varepsilon_{\perp} / \varepsilon_{||}$

C. $|\Delta l| = \frac{F}{k}$

D. $\varepsilon_{||} = \Delta l_0$

Якщо тіло нерухоме або рухається зі сталою швидкістю, то

A. сили, направлені в одну сторону

B. на нього не діють сили

C. сили, що діють на тіло, скомпенсовані
D. на нього не діють сили або їх рівнодійна дорівнює нулю

Запишіть, як змінився коефіцієнт тертя ковзання, якщо під час переміщення вантажу по горизонтальній поверхні силу нормального тиску зменшили у 5 разів. Відповідь пояснити

A. зменшився у 5 разів

B. збільшився у 5 разів

C. зменшився у 2,5 рази

D. не змінився

Під дією постійної сили вагонетка пройшла шлях 5 м і набула швидкості 2 м/с. Визначити роботу сили, якщо маса вагонетки 400 кг і коефіцієнт тертя 0,01
A. 177 Дж
B. 257 Дж
C. 1992 Дж
D. 996 Дж

Тіло ковзає по похилій площині, кут нахилу якої до горизонту 30°. При цьому в деякій точці А тіло мало швидкість 3,31 м/с, а в точці В його швидкість стала рівною 13,46 м/с. Який час тіло рухалось з точки А в точку В, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,5? Прийняти $\cos 30^\circ = 0{,}86$ **, а прискорення вільного падіння** $g = 10\ м/с^2$
A. 8,6 с
B. 14,5 с
C. 20,4 с
D. 39,2 с

Рекомендована література:

1. Дідух Л.Д. Основи механіки.- Тернопіль: Підручники і посібники, 2010.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
5. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 5. Механіка твердого тіла

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Яка з формул відображає зв'язок між моментом імпульсу та кутовою швидкістю при обертанні твердого тіла? Відповідь запишіть

A. $\omega^2 = \frac{mgL}{J}$

B. $\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$

C. $L = I\omega$

D. $E = \frac{I\omega^2}{2}$

У замкненій механічній системі при абсолютно непружному ударі виконується… Відповідь записати і пояснити

A. …закон збереження імпульсу і закон збереження механічної енергії

B. …тільки закон збереження імпульсу

C. …тільки загальний закон збереження енергії

D. …закон збереження імпульсу і загальний закон збереження енергії

Колесо обертається зі сталим кутовим прискоренням $\varepsilon = 2\ c^{-2}$. Через 0,5 с після початку руху повне прискорення колеса дорівнює $a = 0{,}136\ м/c^2$. Визначити радіус колеса

A. 0,037 *м*

B. 0,061 *м*

C. 0,78 *м*

D. 1,2 *м*

Однорідний диск радіусом 0,2 м і масою 5 кг обертається навколо вісі, що проходить через середину одного з радіусів диска, перпендикулярно до його площини. Залежність кутової швидкості обертання диска від часу задано рівнянням $\omega = A + 8t$. Визначити обертовий момент сил, прикладених до диска

A. 0,5 $Н \cdot м$

B. 0,8 $Н \cdot м$

C. 0,9 $Н \cdot м$

D. 1,2 $Н \cdot м$

Снаряд, що летів зі швидкістю υ = 400 м/с, у верхній точці траєкторії розірвався на два осколки. Менший осколок, маса якого становить 40% від маси снаряда, полетів у протилежному напрямку зі швидкістю u_1=150 м/с. Визначити швидкість u_2 більшого осколка

A. 225 м/с

B. 420 м/с

C. 560 м/с

D. 770 м/с

Рекомендована література:

1. Дідух Л.Д. Основи механіки.- Тернопіль: Підручники і посібники, 2010.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
5. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 6. Гравітація. Елементи теорії поля

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв’яжіть тестові завдання.

Який з виразів визначає в найбільш загальному вигляді потенціальну енергію тіла масою m в полі тяжіння точкової маси M? Запишіть відповідь

A. $G\frac{m}{r}$

B. $G\frac{mM}{r^2}$

C. $-G\frac{mM}{r}$

D. $\frac{m\upsilon^2}{R}$

Як зміниться сила гравітаційної взаємодії між двома точковими масами, якщо відстань між ними зменшити в 3 рази? Відповідь пояснити

A. збільшиться в 3 рази
B. зменшиться в 3 рази
C. збільшиться в 9 разів
D. зменшиться в 9 разів

З нескінченності на поверхню Землі падає метеорит масою m=30 кг. Визначити роботу, яка при цьому буде виконана силами гравітаційного поля Землі

A. $2700 \cdot 10^6$ *м*
B. $1911 \cdot 10^6$ *м*
C. $1396 \cdot 10^6$ *м*
D. $258 \cdot 10^{-6}$ *м*

По круговій орбіті навколо Землі обертається супутник з періодом T = 90 хв. Визначити висоту супутника

A. $1396 \cdot 10^6$ м
B. $14 \cdot 10^3$ м
C. $1500 \cdot 10^{-6}$ м
D. $1896 \cdot 10^3$ м

Визначити лінійну і кутову швидкості супутника Землі, що обертається покруговій орбіті на висоті h =1000 км

A. $1{,}6 \cdot 10^3$ м/с, $0{,}158 \cdot 10^{-3}$ рад/с

B. $2 \cdot 10^6$ м/с, $158 \cdot 10^{-6}$ рад/с

C. $1{,}6 \cdot 10^{-3}$ м/с, $854 \cdot 10^{-3}$ рад/с

D. $1{,}6 \cdot 10^3$ м/с, $158 \cdot 10^{-3}$ рад/с

Рекомендована література:

1. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
2. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
3. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
4. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 7. Релятивістська механіка

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Укажіть взаємозв'язок маси і енергії спокою частинки в релятивістській механіці

A. $E = m \cdot c$
B. $E = \frac{m}{c^2}$
C. $E = \frac{m}{c}$
D. $E = m \cdot c^2$

Яке твердження правильне? Закони релятивістської механіки можна застосовувати для

A. розрахунків траєкторії комети
B. розрахунків траєкторії польоту ракети
C. опису руху елементарних частинок в прискорювачі
D. будь-якого випадку

При якій швидкості маса електрона вдвічі більша його маси спокою

A. $2{,}58 \cdot 10^8$ м
B. $4{,}8 \cdot 10^3$ м
C. $7 \cdot 10^6$ м
D. $8{,}51 \cdot 10^{-6}$ м

Обчислити масу електрона, якщо його швидкість у прискорювачі елементарних частинок складає 0,6 від швидкості світла

A. $1{,}2 \cdot m_0$
B. $1{,}1 \cdot m_0$
C. $1{,}5 \cdot m_0$
D. $1{,}25 \cdot m_0$

Яку прискорюючу різницю потенціалів U повинен пройти протон, щоб його розміри стали менші в 2 рази

A. $0{,}51 \cdot 10^6$ В

B. $5{,}1 \cdot 10^3$ В

C. $0{,}51 \cdot 10^{-6}$ В

D. $0{,}51 \cdot 10^{8}$ В

Рекомендована література:

1. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
2. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
3. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
4. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 8. Вільні гармонічні коливання

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв’яжіть тестові завдання.

Гармонічні коливання матеріальної точки описуються рівнянням $x = A\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$. Запишіть, який з наведених виразів визначає миттєву швидкість цієї точки

A. $-A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$

B. $A\omega_0^2 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$

C. $A\omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

D. $-A\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

Величина, що дорівнює часу, за який тіло здійснює один повний оберт це

A. кутова швидкість

B. період обертання

C. частота обертання

D. циклічна частота.

Як зміниться максимальна швидкість матеріальної точки, що виконує вільні гармонічні коливання, якщо амплітуду і частоту її коливань збільшити вдвічі? До відповіді надати відповідні розрахунки

A. зменшиться у 2 рази

B. збільшиться у 2 рази

C. збільшиться у 4 рази;

D. збільшиться у 8 разів.

Якщо збільшити масу важка, підвішеного до пружини на 600 г, то період коливань важка зросте удвічі. Яка була маса важка, підвішеного на початку досліду

A. 1,0 *кг*

B. 0,25 *кг*

C. 0,20 *кг*

D. 5,0 *кг*

Через який час від початку руху точка, що здійснює гармонічне коливання, зміститься від положення рівноваги на половину амплітуди? Період коливань 24 с, початкова фаза дорівнює нулю

A. 8 *с*

B. 4 *с*

C. 24 *с*

D. 48 *с*

Рекомендована література:

1. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
2. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
3. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
4. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 9. Згасаючі та вимушені коливання

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв’яжіть тестові завдання.

Вкажіть диференціальне рівняння згасаючих коливань. Запишіть відповідь

A. $\frac{d^2S}{dt^2} + \omega_0^2 S = 0$

B. $\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{mgL}{J}\alpha = 0$

C. $\frac{d^2S}{dt^2} + 2\delta\frac{ds}{dt} + \omega_0^2 S = 0$

D. $\frac{d^2S}{dt^2} + 2\delta\frac{dS}{dt} + \omega_0^2 S = f_0 \cos\omega t$

Які з наведених нижче коливань є затухаючими

A. тільки вільні коливання
B. тільки вимушені коливання
C. вимушені коливання і автоколивання
D. немає правильної відповіді

Знайти логарифмічний декремент загасання математичного маятника, якщо за час t = 1 хв. амплітуда коливань поменшала в 2 рази. Довжина маятника L = 1 м

A. 0, 023

B. $80 \cdot 10^{-4}$

C. 0, 56

D. $35 \cdot 10^{-2}$

До пружини підвішена чашка з гирями. При цьому період їхніх вертикальних коливань складав T = 0,5 с. Після того як на чашку поклали додаткові гирі, період коливань став T = 0,6 с. На скільки подовжилася пружина від додавання цього додаткового вантажу
A. $28 \cdot 10^{-3}$ *м*
B. $80 \cdot 10^{-4}$ *м*
C. $28 \cdot 10^{3}$ *м*
D. $59 \cdot 10^{-6}$ *м*

Знайти зміщення X від положення рівноваги точки, що віддалена від джерела коливань на відстань L = λ/12, для моменту часу t = T/6. Амплітуда коливань A= 0,05 м
A. $25 \cdot 10^{-3}$ *м*
B. $25 \cdot 10^{-6}$ *м*
C. $38 \cdot 10^{-3}$ *м*
D. $25 \cdot 10^{2}$ *м*

Рекомендована література:

1. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
2. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
3. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
4. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 10. Хвильові процеси. Елементи акустики

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Вкажіть вираз для обчислення швидкості поширення хвилі. Виберіть лише один варіант відповіді

A. $\upsilon = \lambda + \mathrm{T}$

B. $\upsilon = \frac{\lambda}{\mathrm{T}}$;

C. $\upsilon = \lambda \cdot \mathrm{T}$

D. немає правильної відповіді

Яких видів хвиль не існує

A. поперечних
B. повздовжніх
C. променевих
D. швидкісних

Камертон має власну частоту коливань 440 Гц. Якої частоти треба взяти зручний камертон, щоб відчути резонанс

A. 400 Гц

B. 220 Гц

C. 440 Гц

D. 40 Гц.

Довжина звукової хвилі у воді становить 3 см. Якою буде довжина цієї хвилі у повітрі? Швидкість звуку у воді дорівнює 1700 м/с, а у повітрі 340 м/с

A. 15 *м*
B. 5/3 *м*
C. 0,6 *м*
D. 1/6 *м.*

Матеріальна точка бере участь одночасно в двох взаємно перпендикулярних гармонічних коливаннях, що виражаються рівняннями: x = cos πt (см) и y t 2 2cos π = (см). Визначити швидкість точки у момент часу t=1/3 с

A. 3, 14 *м/с*
B. 14 *м/с*;
C. $28 \cdot 10^{-3}$ *м/с*
D. 3, $14 \cdot 10^{-2}$ *м/с*

Рекомендована література:

1. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
2. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
3. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
4. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

Тема 11. Механіка рідин

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Оберіть формулу, відповідну до означення: «Швидкість витікання ідеальної рідини з посудини така, якої набуло б тіло, вільно падаючи з висоти h». Запишіть її разом з означенням

A. $\frac{\upsilon_1^2}{2} + gh_1 = \frac{\upsilon_2^2}{2} + gh_2$

B. $\frac{\rho}{2}\left(\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2\right) = p_1 - p_2$

C. $\upsilon = \sqrt{2gh}$

D. $\upsilon = \upsilon_0 - gt$

У горизонтальній трубці швидкість течії ідеальної рідини збільшилась у К разів. Як змінився повний тиск? Відповідь поясніть

A. збільшився у К разів

B. збільшився у 2К разів

C. залишився без змін

D. зменшився у К разів

Вода тече в горизонтально розміщеній трубі змінного перерізу. Швидкість води в широкій частині труби $\upsilon_1 = 20\ м/с$. Визначити швидкість води у вузькій частині труби, діаметр d_2 якої у 1,5 рази менший за діаметр d_1 широкої частини

A. 45 м/с

B. 0,3 м/с

C. 0, 45 м/с

D. 60 м/с

Вода тече по трубі змінного діаметру. Запишіть і поясніть, як відносяться радіуси широкої та вузької частин труби R1/R2 , якщо швидкість води υ2 у вузькій частині труби у М разів більша за швидкість υ1 у її широкій частині

A. $\sqrt{M}$

B. M

C. $\frac{1}{\sqrt{M}}$

D. M^2

Радіус широкої частини труби по якій тече вода $R = 30\,см$. Визначити радіус вузької частини, якщо швидкість води у ній у 9 разів більша за швидкість у широкій частині

A. 12 м
B. 10 м
C. 8 м
D. 6 м

Рекомендована література:

1. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
2. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
3. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
4. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 12. Основні положення молекулярно - кінетичної теорії.

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв’яжіть тестові завдання.

За якою формулою можна обчислити кількість речовини в тілі

A. $\nu = \frac{N}{N_A}$

B. $n = \frac{N}{V}$.

C. $M_r = \frac{m_0}{m_{0C}/12}$.

D. $m = m_0 \cdot N$

Вкажіть величину, одиницею якої є м–3

A. концентрація
B. об'єм
C. маса
D. кількість речовини

При температурі 27ºС та тиску 106 Па густина суміші кисню та азоту 12 г/дм3. Визначити молярну масу суміші

A. 30 г/моль

B. 60 г/моль

C. 42 г/моль

D. 50 г/моль

Визначити середнє значення повної кінетичної енергії однієї молекули аргону і водяної пари при температурі 500 К

A. $1{,}04 \cdot 10^{-26}$ Дж; $1{,}38 \cdot 10^{-26}$ Дж
B. $5{,}2 \cdot 10^{-20}$ Дж; $6{,}9 \cdot 10^{-20}$ Дж
C. $4{,}16 \cdot 10^{-26}$ Дж; $2{,}48 \cdot 10^{-26}$ Дж
D. $1{,}87 \cdot 10^{-25}$ Дж; $5{,}52 \cdot 10^{-25}$ Дж

У балоні ємністю 15 л знаходиться азот під тиском 100 кПа при температурі Т1 = 27°С. Після того як з балона випустили азот масою 14 г, температура стала рівною Т2 = 17°С. Визначте тиск азоту, що залишився в балоні

A. 2,45 кПа
B. 16,3 кПа
C. 4,4 кПа
D. 40 кПа

Рекомендована література:

1. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
2. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.

3. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
4. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 13. Статистичні розподіли та явища переносу в газах

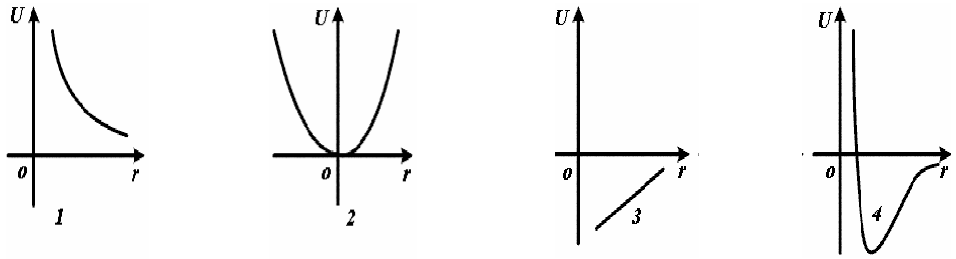
Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Яка з кривих потенціальної енергії (див. рисунок) виражає взаємодію двох атомів (або молекул)



A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

Який зміст має величина Ер в формулі $n = n_0 e^{-\frac{E_p}{kT}}$ в разі розподілу молекул в силовому полі
A. Потенціальна енергія однієї молекули
B. Середня кінетична енергія хаотичного руху однієї молекули
C. Потенціальна енергія всіх молекул в одиниці об'єму
D. Потенціальна енергія взаємодії молекул між собою

В посудинах А і В при однаковій температурі знаходиться вуглекислий газ під тиском 6 МПа та 2 МПа відповідно. Яке співвідношення середніх довжин вільного пробігу молекул у посудинах А і В
A. $\overline{\lambda}_B = 3\overline{\lambda}_A$.
B. $\overline{\lambda}_B = \overline{\lambda}_A$.
C. $\overline{\lambda}_B = \frac{1}{3}\overline{\lambda}_A$.

D. $\overline{\lambda}_A = 3\overline{\lambda}_B$.

Знайти середнє число $\overline{z}$ зіткнень, які здійснюються протягом t = 1 с молекулою кисню при нормальних умовах

A. $5{,}9 \cdot 10^6$ $с^{-1}$
B. $1{,}2 \cdot 10^8$ $с^{-1}$
C. $3{,}7 \cdot 10^6$ $с^{-1}$
D. $3{,}7 \cdot 10^9$ $с^{-1}$

Визначте найбільш імовірну швидкість молекул газу, густина якого при тиску 40 кПа становить 0,35 кг/м3

A. 167 м/с
B. 478 м/с
C. 359 м/с
D. 414 м/с

Рекомендована література:

1. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: Навчальний посібник. У 2-х кн. Кн.2: Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка.- К.: Либідь, 2001.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
5. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 14. Перший та другий закони термодинаміки

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв’яжіть тестові завдання.

Яка з формул визначає перший закон термодинаміки для ізобарного процесу

A. $dQ = dU$
B. $dQ = dA$
C. $dA = -dU$

D. $dQ = dU + dA$

Що є причиною, яка викликає процес теплопровідності
A. Градієнт густини
B. Градієнт температури
C. Градієнт швидкості впорядкованого руху молекул
D. Градієнт швидкості хаотичного руху молекул

Двохатомному газу надано 2,093 кДж теплоти. При цьому газ розширюється при постійному тиску. Знайти роботу розширення газу
A. 1493 Дж
B. 600 Дж
C. 900 Дж
D. 427 Дж

Ідеальна теплова машина, що працює по циклу Карно, отримує за кожен цикл від нагрівача 2,512 кДж теплоти. Температура нагрівача 400 К, температура холодильника 300 К. Знайти роботу, виконану машиною за один цикл, і кількість теплоти, передану холодильнику за один цикл
A. 1,252 кДж; 1,260 кДж
B. 700 Дж; 1,182 кДж.
C. 630 Дж; 1,882 кДж
D. 482 Дж; 1,812 кДж

При нагріванні двохатомного ідеального газу (ν = 2 моль) його термодинамічна температура збільшилась у 2 рази. Визначте зміну ентропії, якщо нагрівання відбувається: 1) ізохорно; 2) ізобарно
A. 57,6 Дж/К; 80,6 Дж/К
B. 14,4 Дж/К; 20,2 Дж/К
C. 28,8 Дж/К; 40,3 Дж/К
D. 43,2 Дж/К; 60,5 Дж/К

Рекомендована література:

1. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: Навчальний посібник. У 2-х кн. Кн.2: Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка.- К.: Либідь, 2001.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
5. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Тема 15. Реальні гази

Форми контролю: опитування, перевірка завдань.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Для якого із зазначених газів справедливим є співвідношення

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = 1{,}67$$

A. He
B. O_2
C. CO_2
D. H_2O

Відбувається адіабатне розширення газу. Як змінюються при цьому внутрішня енергія і температура? Яка робота виконується при цьому (позитивна або негативна)

A. $U\uparrow\ T\uparrow\ A<0$
B. $U\downarrow\ T\uparrow\ A<0$; $\uparrow$ – збільшується
C. $U\downarrow\ T\downarrow\ A>0$
D. $U\uparrow\ T\downarrow\ A<0$; $\downarrow$ – зменшується

Азот нагрівався при постійному тиску, причому йому було надано кількість теплоти Q = 21 кДж. Визначити роботу А, яку здійснив при цьому газ, і зміну ΔU його внутрішньої енергії

A. 126 Дж; 315 Дж
B. 1,7 кДж; 4,2 кДж
C. 176 Дж; 441 Дж
D. 6 кДж; 15 кДж

Під час ізобарного нагрівання повітря виконало механічну роботу 1,5 кДж. Яку кількість тепла отримало повітря під час нагрівання? Молекули повітря вважати двохатомними

A. 7,4 кДж
B. 4,8 кДж
C. 5,3 кДж
D. 3,7 кДж

Для деякого двохатомного газу питома теплоємність при постійному тиску дорівнює 14,7 кДж/(кг·К). Чому дорівнює молярна маса цього газу

A. 0,014 кг/моль

B. 0,032 кг/моль
C. 0,002 кг/моль
D. 0,004 кг/моль

Рекомендована література:

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник. У 3 трьох томах. Т.1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / за ред. І.М. Кучерука.- 2-ге вид., випр.- К.: Техніка, 2006.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
5. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.

Список використаної літератури:

1. Дідух Л.Д. Основи механіки.- Тернопіль: Підручники і посібники, 2010.
2. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альошиної.- Харків: Факт, 2011.
3. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.
4. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: Навчальний посібник. У 2-х кн. Кн.2: Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка.- К.: Либідь, 2001.
5. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
6. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник. У 3 трьох томах. Т.1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / за ред. І.М. Кучерука.- 2-ге вид., випр.- К.: Техніка, 2006
7. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник. У 3-х томах. Т.2: Електрика і магнетизм / за ред. І.М. Кучерука.- 2-ге вид., випр.- К.: Техніка, 2006.
8. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.
9. Механіка та молекулярна фізика. Лабораторний практикум / Укладачі: Дідух Л.Д., Скоренький Ю.Л., Крамар О.І., Довгоп'ятий Ю.М., Ганкевич В.В.- Тернопіль: ТНТУ, 2009.
10. Електрика та магнетизм: Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу фізики / Пундик А.В.- Тернопіль: ТНТУ, 2007.
11. Загальна фізика: Лабораторний практикум / за ред. І.Т. Горбачука.- К.: ВШ, 1992.
12. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики.- М.: Наука, 1979.
13. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике.- М.: ВШ, 1981

Навчальне видання

Омельченко Олександр Володимирович

Соломенко Артем Олександрович

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ
«ФІЗИКА»

Формат 60×84/8. Ум. др. арк. 2.

Донецький національний університет
економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
50042, Дніпропетровська обл.,
м. Кривий Ріг, вул. Курчатова, 13.
Свідоцтво суб’єкта видавничої
справи ДК № 4929 від 07.07.2015 р.