**Орієнтовні розв’язки ІІ етап фізика 2021-2022 н.р.**

**7 клас**

**Завдання 1.**

Мед продається в коробочках, що мають форму куба.

У маленькій коробочці міститься 2 кілограми меду. Скільки меду в другій коробочці, якщо її сторона вдвічі більша, ніж сторона маленької коробочки?

Рішення

Об’єм шукаємо за формулою: V1 = a·b·c = a3

Для більшого куба: V2 = (2а)3 = 8a3

Значить, об’єм другої коробки в 8 разів більший.

Маса дорівнює густині, помноженій на об’єм.

У другій коробці 16 кг меду.



**Завдання 2.**

Вартовий, який охороняє секретний об’єкт, весь час рухається, щоб не замерзнути. Графік залежності його швидкості V (в км / год) від координати X (в км) наведено на малюнку. Який час потрібно вартовому, щоб від точки A (х1 = 2 км) дійти до точки B (х2 = 8 км)?



Рішення

Час руху вартового складається з часу, який він витрачає на проходження трьох проміжків: від 2 км до 4 км, від 4 км до 6 км, від 6 км до 8 км.

На кожному з цих проміжків швидкість вартового постійна. Отже, можна обчислити час руху на кожній з цих ділянок:

t1 = (4 км - 2 км) / 2 км / ч = 1 ч,

t2 = (6 км - 4 км) / 6 км / год = 20 хв,

t3 = (8 км - 6 км) / 8 км / ч = 15 хв.

Таким чином, складаючи отримані результати, отримуємо: T = t1 + t2 + t3 = 1 год 35 хв.

**Завдання 3.**

Маса пробірки, заповненої до країв водою, становить 50 г. Маса цієї ж пробірки, заповненої водою, з шматком металу в ній масою 12 г становить 60,5 г. Визначте густину металу, поміщеного в пробірку. Густина води 1 г / см3. Відповідь виразити в одиницях системи СІ.

Рішення:

Якби частина води з пробірки не вилилася, то загальна маса пробірки, води і шматка металу в ній дорівнювала би 50 г + 12 г = 62 г.

За умовою завдання, маса води в пробірці з шматком металу в ній дорівнює 60,5 г. Отже, маса води, витісненої металом 1,5 г, а, значить, об'єм води, витісненої металом, дорівнює V = m / ρ;

V = 1,5 г / 1 (г / см3) = 1,5 см3.

Тоді ρ = 12 г / 1,5 см3 = 8 г / см3 = 800 кг / м3.

**Завдання 4**

У США і Великобританії для вимірювання обсягів іноді використовують рідку унцію (позначають fl. Oz., 1 fl. Oz. = 29,6 мл). На парфумерному заводі 1 тонну сировини використовують для виробництва 80 м3 одеколону, який потім розливають у флакони об'ємом 2,0 fl. oz. Розрахуйте, скільки тонн сировини потрібно закупити для виробництва партії одеколону в 5 мільйонів флаконів.

**Рішення**

Знайдемо необхідний об’єм одеколону:

$$2,0 fl.oz. ·5000000 ·29,6\frac{мл}{fl.oz.}=296000л=296м^{3}$$

Тепер знайдемо масу необхідної сировини: $\frac{296м^{3}}{80^{м^{3}}/\_{т}}=3,7т$

**Завдання 5.**

За григоріанським календарем високосними (що складаються з 366 діб) вважаються роки, номери яких кратні 4, за винятком років, номери яких кратні 100, але не кратні 400. Скільки діб становить середній григоріанський рік?

**Рішення**

Розглянемо 400 років (800, 1200 і т.д.). Всі роки без урахування високосних:

T1 =400·365=146000(діб).

Врахуємо звичайні високосні роки:

Т2 =400·0,25= 100(діб).

Поправка на роки, кратні 100:

Т3 = -3 (доби).

Середня тривалість григоріанського року:

$$Т=\frac{\left(Т\_{1}+Т\_{2}+Т\_{3}\right)}{400}=365,2425 (діб)$$

**Орієнтовні розв’язки ІІ етап фізика 2021-2022 н.р.**

**8 клас**

**Завдання 1.** Людина, стоячи на ескалаторі, спускається до потягів метро за 6 хвилин. Якщо вона поспішає і біжить по ескалатору, то час її спуску зменшується до 2 хвилин. За якийсь час вона підніметься вгору по рухомому вниз ескалатору, якщо буде бігти по ньому з тією ж швидкістю?

**Рішення:** Коли людина біжить, її швидкість відносно землі буде в 3 рази більше, ніж швидкість ескалатора, отже, швидкість людини щодо ескалатора буде в 2 рази більше, ніж швидкість самого ескалатора. При підйомі вгору сумарна швидкість щодо землі буде дорівнювати швидкості ескалатора, тому час її підйому по рухомому вниз ескалатору дорівнюватиме 6 хвилинам.

**Завдання 2.** З гармати, ствол якої установлений горизонтально, здійснюють постріл по мішені. Розрив снаряду видимий через t1=0,6 секунди, а звук пострілу від розриву чутний через t2=2,1 секунди після пострілу. На якій відстані від гармати знаходиться мішень? З якою горизонтальною швидкістю рухався снаряд? Швидкість звуку вважати рівною 340 м/с. Опором повітря знехтувати.

**Рішення:** Швидкість світла набагато більша за швидкість звуку у повітрі. Тому t1 рівний часу польоту снаряду.

Час t2 є сумою часу руху снаряду і розповсюдження звуку від мішені до гармати. Тоді час розповсюдження звуку: t= t2- t1.

Дальність польоту: $S=v\_{зв}\left(t\_{2}-t\_{1}\right)=510 метрів.$

Швидкість снаряду: $v\_{сн}=\frac{S}{t\_{1}}=\frac{v\_{зв}\left(t\_{2}-t\_{1}\right)}{t\_{1}}=850м/с$

**Завдання 3**. На рисунку зображений важіль масою 2 кг. До нього підвішені 2 вантажі. Перший масою 5 кг. Визначте масу другого вантажу.



**Рішення:** $m\_{1}∙g∙2l=mg∙l+m\_{2}g∙4l$

$$m\_{2}=\frac{\left(2m\_{1}-m\right)}{4}=2кг$$

***l*** – довжина однієї смужки на важелі.

**Завдання 4.** В одному з рекламних роликів по телевізору хлопчик побачив порівняння дорогої бензинової запальнички і звичайної газової. У цьому ролику брали дві однакові склянки з водою і нагрівали їх за допомогою запальничок до кипіння води. Дорога запальничка нагрівала за t1 = 2 хвилини, а звичайна за t2 = 4 хвилини. Хлопчик подумав «Скільки часу знадобитися на нагрів склянки води одночасно двома цими запальничками?» Допоможіть хлопчику отримати відповідь.

**Можливе рішення:**

У всіх трьох випадках необхідно повідомляти однакову кількість теплоти

Q = P1t1

Q = P2t2

Q = (P1 + P2) t3,

де P1 і P2 потужності дорогої і звичайної запальничок відповідно.

Розв’язуючи систему, отримаємо t3 = 1,33 хвилини (1 хвилина 20 секунд)

**Завдання 5.** Пасажир, що сидить в поїзді, звернув увагу на те, що міст «проїхав» повз нього за час t1 =20 с. Поїзд рухався по мосту рівномірно протягом часу t2 =70 c (це час, який минув від моменту в'їзду на міст локомотива до моменту з'їзду з моста останнього вагона). У скільки разів довжина поїзда більше довжини моста? Отримайте відповідь у вигляді формули і потім знайдіть чисельну відповідь.

**Рішення:** Нехай v – швидкість потягу. Тоді довжина моста дорівнює

$$l=vt\_{1}$$

Довжина потягу дорівнює

$$L=vt\_{2}-l=v\left(t\_{2}-t\_{1}\right)$$

Остаточно отримуємо

$\frac{L}{l}=\frac{t\_{2}-t\_{1}}{t\_{2}}=2.5$ рази.

**Орієнтовні розв’язки ІІ етап фізика 2021-2022 н.р.**

**9 клас**

**Завдання 1. Скільки туристів можуть, не замочивши ніг, переправитися через річку на плоту з десяти дубових колод об'ємом 0,3м3 кожна? Середня маса туриста з рюкзаком 75 кг. (Густина дуба: ρ = 700 кг / м³)**

Об’єм плота: V = 10 \* 0,3 = 3 м³

Маса плота: m = ρ \* V = 700 \* 3 = 2100 кг

Маса плота з N туристами: M = (2100 + 75 \* N) кг

Вага плоту з туристами: F = M \* g = (2100 + 75 \* N) \* 10 Н

Виштовхувальна сила плота (сила Архімеда):

Fa = ρв \* g \* V = 1000 \* 10 \* 3 = 30 000 Н

Прирівнюючи дві останні формули:

(2100 + 75 \* N) \* 10 = 30 000

2100 + 75 \* N = 3000

75 \* N = 900

N = 900/75 = 12 туристів не замочать ніг

**Завдання 2.** Школяр проїхав першу половину шляху на велосипеді зі швидкістю V1 = 15 км / год. Далі половину часу, що залишився він їхав зі швидкістю V2 = 10 км / год, а потім до кінця шляху йшов пішки зі швидкістю V3 = 5 км / год. Визначте середню швидкість руху школяра на всьому шляху.

Рішення.

Vср. = (S1 + S2 + S3) / (t1 + t2 + t3), (1)

S1 = V1t1, (2)

S2 = V2t2, (3)

S3 = V3t3, (4)

t2 = t3 = t (5)

S1 = S2 + S3, (6)

Підставивши рівняння (2-4) з урахуванням рівняння (5) у рівняння (6), отримуємо:

V1t1 = V2t + V3t або S1 = (V2 + V3) t.

Звідки отримуємо: t = S1 / (V2 + V3) (7)

Підставляючи рівняння (6-7) з урахуванням рівнянь (2) і (5) в рівняння (1) отримуємо:

Vср. = 2S1 / [S1 / V1 + 2S1 / (V2 + V3)].

Звідки отримуємо: Vср. = 2V1 (V2 + V3) / (2V1 + V2 + V3) (8)

Відповідь Vср. = 10км / год.

**Завдання 3.** Два малих плоских дзеркала розташовані на однаковій відстані одне від одного і від точкового джерела світла. Якою має бути кут α між дзеркалами, якщо промінь після двох відображень направляється прямо до джерела?

**Рішення.** Промінь повертається до джерела, описавши правильний трикутник (рис.1), тому кути падіння променя на дзеркала β = 300, і кути відбивання β = 300 і трикутник АВС - правильний, тобто кут між дзеркалами α = γ = 600.



**Завдання 4.** Калориметр містить лід масою 100 г при температурі 0°C. У калориметр впускають пар з температурою 100°C. Скільки води виявилося в калориметрі, коли весь лід розтанув? Температура води, яка утворилася дорівнює 0°C. Питома теплоємність води 4200 Дж / (кг·°С), питома теплота плавлення льоду 330 кДж / кг, питома теплота пароутворення води 2,3 МДж / кг.

**Рішення.** Необхідна для плавлення льоду кількість теплоти виділяється при конденсації деякої маси пари й охолодження отриманої води до 0°C.

Складемо рівняння теплового балансу:

$$m\_{л}λ=m\_{п}r+m\_{п}c\left(t\_{п}-t\_{л}\right)$$

Загальна маса утвореної води:

$$m=m\_{л}+m\_{п}$$

Виражаємо з першого рівняння масу пари і підставляємо її у друге рівняння:

$$m=m\_{п}+m\_{л}=m\_{л}\left(1+\frac{λ}{r+c\left(t\_{п}-t\_{л}\right)}\right)$$

Маса m≈112г.

**Завдання 5.** У мережу з напругою 24 В підключили два послідовно з'єднаних резистора. При цьому сила струму стала рівною 0,6 А. Коли резистори підключили паралельно, сумарна сила струму стала рівною 3,2 А. Визначити опори резисторів.

**Рішення.** Згідно закону Ома для ділянки кола і формул для знаходження загального опору при послідовному та паралельному і послідовному з’єднаннях отримуємо:

$$\frac{U}{I\_{посл}}=R\_{1}+R\_{2}$$

$$\frac{U}{I\_{пар}}=\frac{R\_{1}R\_{2}}{R\_{1}+R\_{2}}$$

Розв’язуючи дану систему рівнянь, знаходимо невідомі опори резисторів: 10 Ом та 30 Ом.

**Орієнтовні розв’язки ІІ етап фізика 2021-2022 н.р.**

**10 клас**

**1.** Три однакових опори з'єднані послідовно і підключені до джерела постійної напруги. Як зміниться потужність, яка виділяється на ділянці, якщо точки з'єднання опорів один з одним з'єднати провідниками з дуже малим опором, як показано на малюнку?



Рішення

При послідовному з'єднанні потужність, яка виділяється, дорівнює

$P\_{1}=\frac{U^{2}}{3R}$,

де U - напруга джерела. При додатковому з'єднанні точок, опори виявляються включеними паралельно. Дійсно, легко побачити, що тепер будь-який з трьох опорів з'єднаний дротами безпосередньо з джерелом живлення. У цьому випадку потужність

$$P\_{2}=\frac{3U^{2}}{R}=9P\_{1}$$

**2.** У герметично замкненій посудині у воді плаває шматок льоду масою М=0,1 кг, у який вмерзла дробинка масою m=5г. Яку кількість теплоти необхідно витратити, щоб дробинка почала тонути? Густина свинцю 11,3г/см3, а густина льоду 0,9 г/см3, теплота плавлення льоду 3,3·105 Дж/кг. Температура води у посудині 0°С.

**Рішення:** Для того, щоб дробинка почала тонути, немає необхідності, щоб розтанув весь лід. Достатньо того, щоб середня густина льоду з дробинкою стала рівною густині води. Якщо масу льоду, що при цьому залишився, позначити М1, то умова того, що дробинка почне тонути, запишеться так:

$\frac{M\_{1}+m}{V}=ρ\_{в}$*.*

Але об’єм V льоду та дробинки дорівнює сумі їх об’ємів:

$$V=\frac{M\_{1}}{ρ}+\frac{m}{ρ\_{св}}$$

Тому, $M\_{1}+m=ρ\_{в}\left(\frac{M\_{1}}{ρ}+\frac{m}{ρ\_{св}}\right)$

Звідки $M\_{1}=m\frac{\left(ρ\_{св}-ρ\_{в}\right)ρ\_{л}}{\left(ρ\_{в}-ρ\_{л}\right)ρ\_{св}}=8.2m$

Розтанути повинна маса льоду:

$$ΔM=M-M\_{1}=100г-8,2·5г=59г$$

Для цього необхідна кількість теплоти:

$$Q=λ·ΔM=3.3·10^{5}Дж/кг·59·10^{-3}кг≈19,5·10^{3}Дж$$

3. Яку відстань по горизонталі пролетить м’яч, який кинуто зі швидкістю v=10м/с під кутом α=60° до горизонту, якщо він вдариться об стелю? Висота стелі h=3м, удар пружній. Опором повітря знехтувати.



З рівня рівноприскореного руху по вертикалі отримуємо:

$$h=vtsinα-\frac{gt^{2}}{2}$$

звідси $t=\frac{vsinα}{g}-\left[\left(\frac{vsinα}{g}\right)^{2}-\frac{2h}{g}\right]^{^{1}/\_{2}}$

Відстань, яка пройдена тілом по горизонталі за час польоту 2t, дорівнює:

$$l=vcosα·2t=\frac{v^{2}}{g}sin2α\left[1-\left(1-\frac{2gh}{\left(vsinα\right)^{2}}\right)^{^{1}/\_{2}}\right]$$

Підстановка числових даних дає результат l=5м.

4. Знайдіть мінімально можливу відстань між предметом та його дійсним зображенням, якщо оптична сила тонкої лінзи дорівнює 8 дптр.

Формула тонкої лінзи:

$\frac{1}{d}+\frac{1}{h-d}=D$*,*

де h – відстань між предметом та зображенням, d – відстань між предметом та лінзою.

Звідки: $-d^{2}+hd-\frac{h}{D}=0$

Дане рівняння має розв’язок, якщо дискримінант невід’ємний:

$$h^{2}-4\frac{h}{D}=h\left(h-\frac{4}{D}\right)\geq 0$$

Звідки мінімально можлива відстань:

$$h=\frac{4}{D}=0.5м=50см$$

**5.** Аеростат піднімається з землі вертикально вгору з прискоренням 2.45м/c2. Через 8 секунд від початку руху з його гондоли випадає предмет. Через скільки часу і з якою швидкістю цей предмет впаде на землю? Опором повітря знехтувати.

**Рішення.**

Так як спочатку предмет рухається разом в аеростатом, то через t1 = 8c він підніметься на висоту h1 і матиме швидкість v1.

$$h\_{1}=\frac{at\_{1}^{2}}{2}$$

$$v\_{1}=at\_{1}$$

Після підстановки значень отримуємо: h=78.4м; v1=19.6м/с.

звяжемо систему відліку з землею, а вісь координат спрямуємо вгору, тоді рівняння руху:

$$0=h\_{1}+v\_{1}t\_{2}-\frac{gt\_{2}^{2}}{2}$$

t2=6,3с – час руху предмета. Швидкість v2 знаходимо з виразу

$$v\_{2}^{2}-v\_{1}^{2}=2gh$$

Звідки v2=43,8м/с.

**Орієнтовні розв’язки ІІ етап фізика 2021-2022 н.р.**

**11 клас**

1.(5 балів) В кінці зарядки акумулятора сила струму 3 А, а напруга на клемах 8,85 В. На початку розрядки того ж акумулятора сила струму 4 А, а напруга 8,5 В. Визначити внутрішній опір акумулятора та його електрорушійну силу.

При розрядці напруга менше ЕРС: $U\_{2}=ε-I\_{2}r$. При зарядці заряди рухаються проти сторонніх сил в акумуляторі. Це можливо лише при напрузі, що перевищує ЕРС: $U\_{1}=ε-I\_{1}r$. Вирішуючи систему даних рівнянь маємо $r=\frac{U\_{1}-U\_{2}}{I\_{1}+I\_{2}}$; $r=0,05 Ом$; $ε=\frac{I\_{1}U\_{2}+I\_{2}U\_{1}}{I\_{1}+I\_{2}}$; $ε=8,7 В$.

2. ( 5 балів) Три однакових опори з'єднані послідовно і підключені до джерела постійної напруги. Як зміниться потужність, яка виділяється на ділянці, якщо точки з'єднання опорів один з одним з'єднати провідниками з дуже малим опором, як показано на малюнку?



$P\_{1}=\frac{U^{2}}{3R}$, при послідовному з’єднанні

де U - напруга джерела.

 При додатковому з'єднанні точок, опори виявляються включеними паралельно. Дійсно, легко побачити, що тепер будь-який з трьох опорів з'єднаний дротами безпосередньо з джерелом живлення. У цьому випадку потужність

$$P\_{2}=\frac{3U^{2}}{R}=9P\_{1}$$

3. ( 5 балів) Футболіст забиває гол з одинадцятиметрової відмітки точно під перекладину воріт. Яку мінімальну енергію потрібно було надати для цього м’ячу? Висота воріт 2.5м, маса м’яча 0.5 кг. Опором повітря знехтувати.

Один із можливих варіантів рішення: Позначимо мінімальну вертикальну складову швидкості м’яча як v1, а мінімальну горизонтальну складову цієї швидкості як v2. Мінімальна вертикальна складова швидкості визначається із умови підйому на висоту воріт h, формулою $h={gt^{2}}/{2}$ та формулою $v\_{1}=gt$. З них отримуємо $v\_{1}=\sqrt{2gh}$. Горизонтальна складова визначається із умови, щоб за час підйому $t=\sqrt{{2h}/{g}}$ м’яч долетів до воріт: $v\_{2}={l}/{t}=l\sqrt{{g}/{2h}}$, де *l*=11м $E={mv^{2}}/{2= \frac{m\left(v\_{1}^{2}+v\_{2}^{2}\right)}{2}}=\frac{mg\left(2h+{l^{2}}/{2h}\right)}{2}=mg\left(h+{l^{2}}/{4h}\right)$

E=73 Дж.

4. ( 5 балів) Два різнойменні точкові заряди **q** та **-4q** перебувають на відстані **а** один від одного. Яким має бути третій заряд **Q** і де його треба помістити, щоб система перебувала в рівновазі?

Очевидно, що заряд Q слід помістити в точку де напруженість поля двох перших зарядів рівна нулю: Е1+Е2=0. Ця точка лежить на прямій, що проходить через заряди 1 та 2. Закону Кулона отримаємо , x=a.

 Величину заряду Q визначаємо із умови рівноваги першої кульки: Q=-4q.

5. ( 5 балів) На відстані **а** від збиральної лінзи із фокусом **F** знаходиться предмет. Знайдіть, на якій відстані від лінзи буде знаходитись його зображення.

Формула для збиральної лінзи 

де f — відстань до зображення, а — відстань до предмета, F — фокусна відстань лінзи. Звідси