**Розв’язки завдань ІІ етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики**

**8 клас**

Задача 1

Дерев’яний брусок плаває у воді, занурившись на 10 см. Якщо знизу бруска прикріпити вантаж певної маси, то брусок зануриться у воду на глибину 14 см. На скільки брусок буде занурений у воду, якщо цей вантаж покласти на нього зверху? Густина матеріалу вантажу дорівнює 5000 кг/м3, густина води – 1000 кг/м3.

Розв’язок

Позначимо: площа грані бруска – 𝑆, маса бруска – 𝑚, маса вантажу – 𝑚в, об’єм вантажу – 𝑉в.

Ситуація 1. Запишемо умову плавання бруска у воді: 𝑚g = ρgV або 𝑚 =

ρ𝑆ℎ1 (1), де ℎ1 = 10 см – глибина занурення бруска, ρ – густина води.

Ситуація 2. Запишемо умову плавання бруска у воді, коли вантаж прикріплений знизу бруска: (𝑚 + 𝑚в)g = ρg(V + 𝑉в) або 𝑚 + 𝑚в = ρ(𝑆ℎ2 + 𝑉в), де ℎ2 = 14 см – глибина занурення бруска в ситуації 2.

Якщо врахувати, що об’єм вантажу 𝑉в

дорівнює 𝑉в

= 𝑚в, де

𝜌в

𝜌в

– густина матеріалу вантажу, то 𝑚 + 𝑚в

= ρ(𝑆ℎ2

+ 𝑚в).

𝜌в

Звідси, 𝑚в

(1 − 𝜌 ) = ρ𝑆ℎ

𝜌в

2

− 𝑚 (2).

Ситуація 3. Запишемо умову плавання бруска у воді, коли вантаж прикріплений зверху на бруску: (𝑚 + 𝑚в)g = ρgV або 𝑚 + 𝑚в = ρ𝑆ℎ3 (3), де ℎ3 = – глибина занурення бруска в ситуації 3.

Підставимо вираз (1) у вираз (2): 𝑚в

(1 − 𝜌 ) = ρ𝑆ℎ

𝜌в

2

− ρ𝑆ℎ1

. Звідси

𝑚в

= 𝜌в𝜌𝑆(ℎ2−ℎ1) (4)

𝜌в−𝜌

Підставимо вирази (1) та (4) у вираз (3):

𝜌в𝜌𝑆(ℎ2 − ℎ1)

ρ𝑆ℎ1 +

𝜌в

− 𝜌 = ρ𝑆ℎ3

Звідси ℎ3 =

 ℎ1 + 𝜌в(ℎ2−ℎ1) = ℎ1(𝜌в−𝜌)+𝜌в(ℎ2−ℎ1) = 𝜌вℎ2−𝜌ℎ1;

𝜌в−𝜌

𝜌в−𝜌

𝜌в−𝜌

5000 $\frac{кг}{м^{3}}$ ∙0,14 м−1000$\frac{кг}{м^{3}}$ ∙0,1 м

ℎ3 = = 0,15 м.

5000 $\frac{кг}{м^{3}}$ −1000$ \frac{кг}{м^{3}}$

Задача 2

У сполучені посудини з внутрішніми діаметрами 3 см і 7 см налили воду. Визначити, наскільки зміниться рівень води в посудині більшого діаметра, якщо

у вужчу посудину налити 200 см3 олії густиною 0,8$ \frac{г}{см^{3}}$. Густина води 1 $\frac{г}{см^{3}}.$

Розв’язок

Позначимо: внутрішній діаметр вужчої посудини – 𝑑1 = 0,03 м; внутрішній діаметр ширшої посудини – 𝑑2 = 0,07 м;

 об’єм олії – 𝑉0 = 200 см3 = 0,0002 м3;

 густина олії 𝜌о = 0,8 $\frac{г}{см^{3}}$ = 800$ \frac{кг}{м^{3}}$

 густина води – 𝜌 = 1 $\frac{г}{см^{3}}$ = 1000$ \frac{кг}{м^{3}}$.

Зобразимо рівні води в посудинах. Початковий рівень показано чорною пунктирною лінією з позначкою «0».

2

𝑑1

𝑑2

0 𝑦

𝑥

1

Посудина з водою Посудина з водою та олією

Після доливання олії у вужчу посудину рівень води знизився на величину

𝑥 до рівня з позначкою «1», а у широкій посудині – піднявся на величину 𝑦 до рівня з позначкою «2».

Кількість води в сполученій посудині не змінилася, тому об’єм води 𝑉1, який витік з вужчої посудини, повинен дорівнювати об’єму води 𝑉2, яка перелилися в ширшу посудину: 𝑉1 = 𝑉2 (1).

Щоб визначити об’єми цих стовпчиків води, згадаємо, що вони утворюють

геометричні фігури циліндри. Об’єм циліндра розраховується як 𝑉 = 𝑆ℎ, де 𝑆 =

𝜋𝑟2 =$\frac{πd\_{}^{2}}{4}$, $ $– площа основи циліндра, *h* – його висота.

Отже, 𝑉1 = 𝑥 ∙$\frac{πd\_{1}^{2}}{4}$, 𝑉2 = *y* ∙$\frac{πd\_{2}^{2}}{4}$.

Підставимо вирази у вираз (1): 𝑥 ∙$\frac{πd\_{1}^{2}}{4}$= *y* ∙$\frac{πd\_{2}^{2}}{4}$ . Звідси 𝑥 =*y* ∙$\frac{d\_{2}^{2}}{d\_{1}^{2}}$ (2).

Запишемо умову рівності тисків для рівня води 1: 𝑝𝑂 = 𝑝В.

У вужчому коліні тиск створюється олією, тому 𝑝𝑂 = 𝜌𝑜gℎ𝑜, де 𝜌𝑜 – густина олії, ℎ𝑜 – висота стовпчика олії.

Висоту стовпчика олії визначимо з її об’єму: 𝑉𝑂 = 𝑆1ℎ𝑜 = $\frac{πd\_{1}^{2}}{4}ho$ →

*h*0 = $\frac{4V\_{0}}{πd\_{1}^{2}}$ . Тоді тиск олії *p*о = 𝜌𝑜g$\frac{4V\_{0}}{πd\_{1}^{2}}$ (3).

У ширшому коліні тиск створюється стовпчиком води: 𝑝В = 𝜌g(𝑥 + 𝑦) (4). Прирівняємо вирази (3) та (4) та урахуємо вираз (2):

𝜌𝑜g$\frac{4V\_{0}}{πd\_{1}^{2}}$=𝜌g(*x*+*y*);

𝜌𝑜g$\frac{4V\_{0}}{πd\_{1}^{2}}$= 𝜌g(*y* ∙$\frac{d\_{2}^{2}}{d\_{1}^{2}}$+*y*)

 Звідси, *y*=$\frac{4ρoV\_{0}}{ρπ(d\_{1}^{2}+d\_{2}^{2})}$.

𝑦 =

4∙800 кг ∙0,0002 м3

м

3

1000 кг ∙3,14∙((0,03 м)2+(0,07 м)2)

3

м

# ≈ 0,035 м = 3,5 см.

Задача 3

Дві машини одночасно почали рух назустріч один одному по прямій дорозі з двох населених пунктів. Реєстратор першої машини записує значення швидкості в залежності від пройденого шляху. Реєстратор другої – фіксує значення швидкості в залежності від часу руху. Покази реєстраторів наведені на графіках. Через 10 хв машини проїхали один повз одного. Яка відстань між машинами буде через 2 хвилини після зустрічі?

км

𝑣1, год

80

60

40

20

2 4 6 8 10 12 14

𝐿, км

𝑣2,

80

60

40

км год

2 4 6 8 10

12 14

𝑡, хв

Розв’язок

З графіка залежності швидкості другого автомобіля від часу руху видно,

що після зустрічі другий автомобіль рухався з швидкістю 𝑣2=40 $\frac{км}{год}$.За час

𝑡 = 2 хв = $\frac{1}{30} $год він проїхав від місця зустрічі шлях:

*L*2= 𝑣2𝑡=40 $\frac{км}{год}$.$ \frac{1}{30}$ год=$\frac{4}{3}$ км ≈1,3 км.

Щоб визначити швидкість першого після зустрічі, необхідно визначити його шлях, який він проїхав до зустрічі.

На першій ділянці: 𝑡1=$\frac{L\_{1}}{v\_{1}}$= $\frac{2км}{60 \frac{км}{год}}$=$\frac{1}{30} $год=2 хв;

На другій ділянці: 𝑡2=$\frac{L\_{2}}{v\_{2}}$= $\frac{4км}{80 \frac{км}{год}}$=$\frac{1}{20} $год=3 хв;

На третій ділянці: 𝑡3=$\frac{L\_{3}}{v\_{3}}$= $\frac{4км}{40 \frac{км}{год}}$=$\frac{1}{10} $год=6 хв;

На перших трьох ділянках автомобіль рухався час:

𝑡′ = 𝑡1 + 𝑡2 + 𝑡3 = 2 хв + 3 хв + 6 хв = 11 хв.

Оскільки до зустрічі автомобілі рухалися 10 хв, то перший автомобіль у

момент зустрічі знаходився на третій ділянці, й після зустрічі продовжив рух з

швидкістю 𝑣13= 40 $\frac{км}{год}$ впродовж 𝑡′13 =1 хв, проїхавши шлях проїхавши шлях

𝐿13 = 𝑣13 𝑡′13 = 40 $\frac{км}{год}$∙ 1 хв = 40 $\frac{км}{год}$∙$\frac{1}{60} $год =$\frac{2}{3} $км. Потім перший автомобіль рухався 𝑡′14 =1хв з швидкістю 𝑣14 = 20 $\frac{км}{год}$, подолавши шлях

 𝐿14 = 𝑣14 𝑡′14 = 20 $\frac{км}{год}$∙ 1 хв = 20 $\frac{км}{год}$∙$\frac{1}{60} $год =$\frac{1}{3} $км

Загальний шлях першого автомобіля після зустрічі:

𝐿14= 𝐿13+ 𝐿14=$\frac{2}{3} $км+$\frac{1}{3} $км=1 км

Отже, відстань між автомобілями через 2 хвилини після зустрічі

дорівнюватиме 𝑆 = 𝐿14 + 𝐿2 = 1 км + 1,3 км = 2,3 км.

Задача 4

У калориметрі міститься вода масою 200 г при температурі 30 ℃. У воду поклали шматок льоду масою 10 г при температурі −10 ℃. Яка температура встановиться в калориметрі, якщо його теплоємність 100 $\frac{Дж}{℃}$? Питома

теплоємність води 4200 $\frac{Дж}{кг.℃}$, питома теплоємність льоду 2100 $\frac{Дж}{кг.℃}$, питома

теплота плавлення льоду 330 $\frac{кДж}{кг}$.

Розв’язок

Оцінимо кількість теплоти 𝑄1, яку поглине лід при нагріванні до температури плавлення 𝑡: 𝑄1 = 𝑐л𝑚л(𝑡 − 𝑡0л), де 𝑐л – питома теплоємність льоду, 𝑚л – маса льоду, 𝑡0л – початкова температура льоду.

𝑄1

= 2100 $\frac{Дж}{кг.℃}$

∙ 0,01 кг ∙ (0℃ − (−10 ℃)) = 210 Дж.

Оцінимо кількість теплоти 𝑄2, яку поглине лід до повного танення:

𝑄2 = 𝜆𝑚л, де 𝜆 – питома теплота плавлення льоду.

𝑄2

= 330000$\frac{кДж}{кг}$. 0,01 кг = 3300 Дж.

Оцінимо кількість теплоти 𝑄3, яка виділиться під час охолодження води та

калориметра: 𝑄3 = 𝑄к + 𝑄в = Ск(𝑡0в − 𝑡)+𝑐в𝑚в(𝑡0в − 𝑡), де Ск – теплоємність

калориметра, 𝑐в – питома теплоємність води, 𝑚в – маса води, 𝑡0в – початкова температура води та калориметра.

𝑄3 = 100 $\frac{Дж}{℃}$ ∙ (30 ℃ − 0℃) + 4200$\frac{Дж}{кг.℃}$

∙ 0,2 кг ∙ (30 ℃ − 0℃) = 28200 Дж.

Очевидно, що лід при нагріванні й плавленні отримує значно меншу кількість теплоти, ніж кількість теплоти, яка виділяється при охолодженні калориметра та води. Отже, температура води з калориметром не досягає 0℃, а лід після танення повинен нагрітися.

Складемо рівняння теплового балансу: 𝑄1 + 𝑄2 + 𝑄4 = 𝑄5 + 𝑄6, де 𝑄4 – кількість теплоти, яку отримала тала вода; 𝑄5 – кількість теплоти, яку виділяє вода під час охолодження, 𝑄6 – кількість теплоти, яку виділяє калориметр під час охолодження.

𝑄1 + 𝑄2 + 𝑐л𝑚л(𝑡1 − 𝑡) = 𝑐в𝑚в(𝑡0в − 𝑡1) + Ск(𝑡0в − 𝑡1). Звідси, після перетворень отримаємо:

𝑡1

= 𝑐в(𝑚в𝑡0в+𝑚л𝑡)+Ск𝑡0в−𝑄1−𝑄2;

𝑐в(𝑚л+𝑚в)+Ск

4200$\frac{Дж}{кг.℃}$ ∙(0,2 кг∙30 ℃+0,01 кг∙0℃)+100 $\frac{Дж}{℃}$30℃−210 Дж−3300 Дж

 =

𝑡1

 ;

4200$\frac{Дж}{кг.℃}$∙(0,01 кг+0,2 кг)+100$\frac{Дж}{℃}$

4200$\frac{Дж}{кг.℃}$ ∙6 кг∙℃+3000Дж−3510 Дж

# 𝑡1 = ≈ 25℃.

 4200$\frac{Дж}{кг.℃}$0,21 кг+100$\frac{Дж}{℃}$