Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA LA *FIZICĂ*

etapa raională/municipală/zonală

19 februarie 2023

Clasa a 10

PROBLEMA 1. **(10,0 p.)**

P1. O particulă cu masa m se ciocnește de particula cu masa M ce se află în repaus. În urma ciocnirii particula cu masa m se abate sub un unghi $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$, iar particula cu masa M zboară sub unghiul $\alpha_2 = 30^0$ față de direcția inițială a mișcării particulei cu masa m. Raportul maselor $\frac{M}{m} = 5$.

Să se determine:

P1.1. Legea de conservare a energiei. (**2,5 p.)**

P1.2. De câte ori s-a schimbat energia cinetică a sistemului de particule. (**5,5 p.)**

P1.3. Variația relativă (în procente) a energiei cinetice a acestui sistem. (**2,0 p.)**

ЗАДАЧА 1. **(10,0 б.)**

P1. Движущаяся частица массой m сталкивается с покоящейся частицей массой M. В результате столкновения, частица массой m отклоняется на угол $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$, а частица массой M – на угол $\alpha_2 = 30^0$ по отношению к первоначальному направлению движения частицы массой m. Отношение масс частиц $\frac{M}{m} = 5$.

Определить:

P1.1. Закон сохранения энергии. (**2,5 б.)**

P1.2. Во сколько раз изменилась кинетическая энергия системы в результате столкновения. (**5,5 б.)**

P1.3. Относительное изменение (в процентах) кинетической энергии системы. (**2,0 б.)**

SOLUȚIE

P1.1. Energia cinetică a sistemului:

a) până la ciocnire $E_c = \frac{mv_1^2}{2}$ (1) unde v_1 este viteza inițială a particulei cu masa m; **(1,0 p.)**

b) după ciocnire $E_c^{/} = \frac{m(v_1^{/})^2}{2} + \frac{M(v_2^{/})^2}{2}$, (2) unde $v_1^{/}$ și $v_2^{/}$ sunt vitezele particulelor cu masele m și M, respectiv. **(1,0 p.)**

c) $\frac{mv_1^2}{2} = \frac{m(v_1^/)^2}{2} + \frac{M(v_2^/)^2}{2}$ **(0,5 p.)**

P1.2. Raportul energiilor

a) $\frac{E_c^/}{E_c} = \frac{\frac{m(v_1^/)^2}{2} + \frac{M(v_2^/)^2}{2}}{\frac{mv_1^2}{2}} = \frac{(v_1^/)^2}{v_1^2} + \frac{M}{m}\frac{(v_2^/)^2}{v_1^2}.$ (3) **(0,5 p.)**

b) Legea conservării impulsului $m\overrightarrow{v_1} = m\overrightarrow{v_1^/} + M\overrightarrow{v_2^/}.$ **(1,0 p.)**

Pentru desen (fig. 1.1.) cu vectorii vitezelor până și după ciocnire **(1,0 p.)**

Proiecțiile:

pe axa *OX:* $mv_1 = Mv_{2x}^/$ sau

$mv_1 = Mv_2^/ cos\alpha_2$ (4) **(0,5 p.)**

pe axa *OY:* $0 = mv_1^/ - Mv_2^/ \ sin\ \alpha_2$ sau

$mv_1^/ = Mv_2^/ \ sin\ \alpha_2$ (5) **(0,5 p.)**

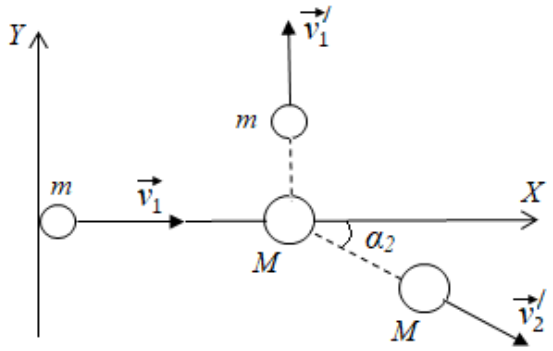

Fig. 1.1

Din (4) determinăm raportul

.....$\frac{v_2^/}{v_1} = \frac{m}{M} \cdot \frac{1}{cos\alpha_2}.$ (6) **(0,4 p.)**

Raportul (5) și (4) este

$\frac{mv_1^/}{mv_1} = \frac{Mv_2^/ \ sin\ \alpha_2}{Mv_2^/ cos\alpha_2}$, de unde $\frac{v_1^/}{v_1} = tg\ \alpha_2\ .$ (7) **(0,4 p.)**

Introducem (6) și (7) în formula (3)

$\frac{E_c^/}{E_c} = tg^2\alpha_2 + \frac{M}{m}\left(\frac{m}{M}\right)^2 \frac{1}{cos^2\alpha_2} = tg^2\alpha_2 + \frac{m}{M} \cdot \frac{1}{cos^2\alpha_2}.$ **(1,0 p.)**

Substituind valorile numerice obținem

$\frac{E_c^/}{E_c} = 0{,}6.$ **(0,2 p.)**

P1.3. Variația energiei cinetice

$\Delta E_c = E_c^/ - E_c$ (conform (1) și (2)) **... (0,5 p.)**

Atunci variația relativă a energiei cinetice (în procente) este

$\frac{\Delta E_c}{E_c} \cdot 100\% = \frac{E_c^/ - E_c}{E_c} \cdot 100\% = \left(1 + \frac{m}{M}\right) tg^2\alpha_2 + \frac{M}{m} - 1 = -40\%$ **(1,5 p.)**

PROBLEMA 2. **(10,0 p.)**

P2. O bilă de plastic cade de la înălțimea $h=0,3\ m$ pe suprafața apei dintr-un vas și timp de $0,5\ s$ atinge în el adâncimea $d = 0,7\ m$ întâmpinând forța de rezistență a apei F_r, care constituie 20% din greutatea bilei. Densitatea apei este $10^3\ kg/m^3$, accelerația gravitațională – $10\ m/s^2$.

Să se determine:

P2.1..Accelerația bilei în apă. **(3,3 p.)**

P2.2. Adâncimea maximă la care ajunge bila. **(1,7 p.)**

P2.3. Densitatea bilei. **(5,0 p.)**

ЗАДАЧА 2. **(10,0 б.)**

P2. Пластиковый шарик падает с высоты $h=0,3\ м$ на поверхность воды в сосуде и через $0,5\ с$ достигает в нем глубины $d = 0,7\ м$. При этом сила сопротивления воды F_r составляет 20% от силы тяжести шарика. Плотность воды – $10^3\ кг/м^3$, ускорение свободного падения – $10\ м/с^2$.

Определить:

P2.1. Ускорение, с которым движется шарик в воде. **(3,3 б.)**

P2.2. Максимальную глубину, на которую опускается шарик. **(1,7 б.)**

P2.3. Плотность шарика. **(5,0 б.)**

SOLUȚIE

P2.1. a) $v_{01} = 0$ viteza inițială; v_{02} – viteza cu care bila întră în apă;

t_1 – timpul de zbor în aer; t_2 – timpul de zbor în apă.

Ecuația de mișcare a bilei în aer

$h = \frac{gt_1^2}{2}$ **(1,0 p.)**

$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0,245\ s.$ **(0,1 p.)**

$v_{02} = gt_1 = 2,45 \frac{m}{s}.$ **(1,0 p.)**

b) Ecuația de mișcare a bilei în apă

$d = v_{02}t_2 - \frac{at_2^2}{2}$ **(1,0 p.)**

$\boldsymbol{a} = \frac{2(v_{02}t_2 - d)}{t_2^2} = 4,2\ \frac{m}{s^2}$ **(0,2 p.)**

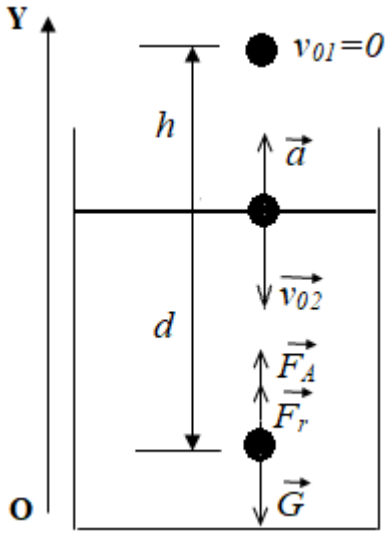

Fig. 2.1.

P2.2. Adâncimea maximă atinsă de bilă

$d_{max} = \frac{v^2 - v_{02}^2}{2a}$. **(1,5 p.)**

$v = 0,\ d_{max} = 0{,}714\ m$ **(0,2 p.)**

P2.3. Pentru desen cu forțele aplicate (Fig. 2.1) **(1,5 p.)**

Conform legii a II-a a lui Newton, proiecția forțelor pe axa OY:

$-G + F_A + F_r = ma,$ **(1,0 p.)**

unde $G = mg = \rho_b V_b g,$ **(0,5 p.)**

$F_A = \rho_a V_b g,$ **(0,5 p.)**

$F_r = fG = f\rho_b V_b g = 0{,}2\rho_b V_b g,$

unde *f = 0,2* (20 % din greutatea bilei) **(0,5 p.)**

$m = \frac{G}{g} = \rho_b V_b.$ **(0,25 p.)**

Atunci legea a II-a a lui Newton este

$-\rho_b V_b g + \rho_a V_b g + 0{,}2\rho_b V_b g = \rho_b V_b a$ **(0,5 p.)**

$\rho_b(a + 0{,}8g) = \rho_a g$

$\rho_b = \frac{\rho_a g}{a + 0{,}8g} = 0{,}82\rho_a = 8{,}2 \cdot 10^2\ \frac{kg}{m^3}$. **(0,25 p.)**

PROBLEMA 3. **(10,0 p.)**

P 3. De-a lungul planului înclinat cu unghiul 30^0 față de orizont, se aruncă de jos în sus, un corp. După $t_1 = 1\ s$ corpul se află la distanța $s_1 = 11{,}25\ m$ de la locul de lansare, iar după $t_2 = 2\ s$ – corpul se oprește pe plan și începe să coboare înapoi.

Să se determine:

P3.1. Viteza inițială v_0 cu care a fost lansat corpul. **(2,5 p.)**

P3.2. Coeficientul de frecare dintre corp și planul înclinat. **(3,5 p.)**

P3.3. Cu ce viteză revine corpul în locul de lansare. **(2,5 p.)**

P3.4. După cât timp corpul revine în locul de lansare. **(1,5 p.)**

ЗАДАЧА 3. **(10,0 б.)**

P 3. Вдоль наклонной плоскости, составляющей 30^0 с горизонтом, бросают снизу вверх тело. Через $t_1 = 1\ c$ тело находится на расстоянии $s_1 = 11{,}25\ м$ от места бросания, через $t_2 = 2\ c$ – тело останавливается и затем начинает двигаться вниз.

Определить:

P3.1. Начальную скорость v_0, с которой тело было брошено на наклонную плоскость. **(2,5 б.)**

P3.2. Коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью. **(3,5 б.)**

P3.3. Скорость, с которой тело возвращается на место бросания. **(2,5 б.)**

P3.4. Время, в течение которого тело возвращается в начальное положение. **(1,5 б.)**

SOLUȚIE

P3.1. a) La ridicarea cu accelerația negativă a_r după timpul t_2 corpul se oprește și

$$v_{t_2} = v_0 - a_r t_2 = 0, \quad \textbf{(1,0 p.)}$$

de unde $a_r = \frac{v_0}{t_2}$. **(0,2 p.)**

b) $s_1 = v_0 t_1 - a_r \frac{t_1^2}{2}$ sau $s_1 = v_0 t_1 - \frac{v_0}{t_2}\frac{t_1^2}{2}$. **(1,0 p.)**

$v_0 = \frac{s_1}{t_1 - \frac{t_1^2}{2t_2}}$, $v_0 = 15\ m/s$, **(0,2 p.)**

$a_r = 7{,}5$ m/s^2. **(0,1 p.)**

P3.2. La mișcarea de jos în sus (ridicare) cu accelerația a_r:

a) Desenul planului înclinat cu forțele aplicate (fig. 3.1) **(1,5 p.)**

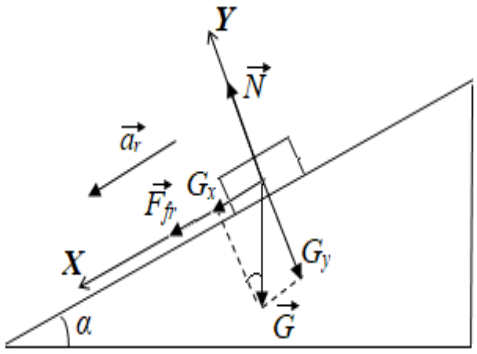

Fig. 3.1 (ridicare).

b) Conform legii a II-a a lui Newton proiecțiile forțelor:

OX: $F_{fr} + G_x = ma_r$; **(0,5 p.)**

OY: $N - G_y = 0$; **(0,5 p.)**

$G_x = mg \cdot sin\alpha$; $G_y = mg \cdot cos\alpha$ **(0,4 p.)**

$F_{fr} = \mu N = \mu\, mg \cdot cos\alpha$ **(0,2 p.)**

$\mu\, mg \cdot cos\alpha + mg \cdot sin\alpha = m\frac{v_0}{t_2}$ **(0,3 p.)**

$\mu = \frac{\frac{v_0}{t_2} - g\ sin\alpha}{g\ cos\alpha}$; μ=0,288. **(0,1 p.)**

P3.3. La coborâre, mișcarea corpului de sus în jos cu accelerația a_c:

a) $v_c^2 - v_{0c}^2 = 2a_c s_2$, unde în punctul de maxim $v_{0c} = v_{t_2} = 0$ **(1,0 p.)**

și $s_2 = v_0 t_2 - \frac{a_r t_2^2}{2} = 15\ m.$ **(0,5 p.)**

b) Proiecția forțelor pe axa OX (Fig. 3.2) la coborârea corpului:

$-\mu\, mg \cdot cos\alpha + mg \cdot sin\alpha = ma_c$, **(0,5 p.)**

de unde

$a_c = g\ sin\alpha - \mu g\ cos\alpha$;

a_c= 2,5 m/s^2. **(0,2 p.)**

$v_c = \sqrt{2a_c s_2}$ = 8,66 m/s. **(0,3 p.)**

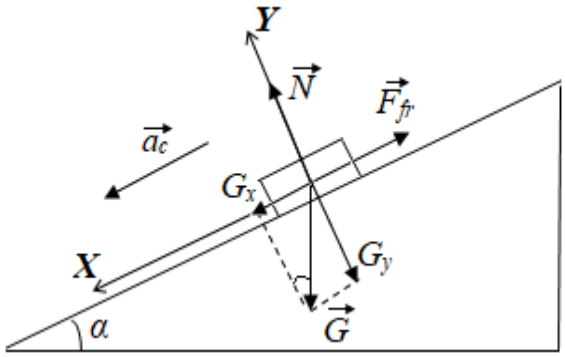

Fig. 3.2 (coborâre).

P3.4. Timpul total de mișcare a corpului la ridicare și coborâre la locul de lansare:

$t = t_2 + t_c$. **(0,8 p.)**

$v_c = a_c t_c$, de unde $t_c = \frac{v_c}{a_c}$ =3,46 s. **(0,5 p.)**

t = 5,46 s. **(0,2 p.)**