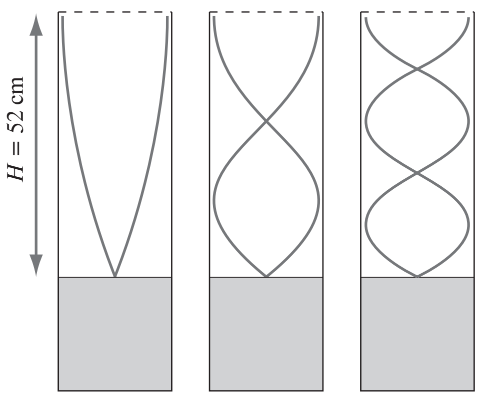
Modele odpowiedzi do arkusza Próbnej Matury z OPERONEM

Fizyka i astronomia
Poziom rozszerzony

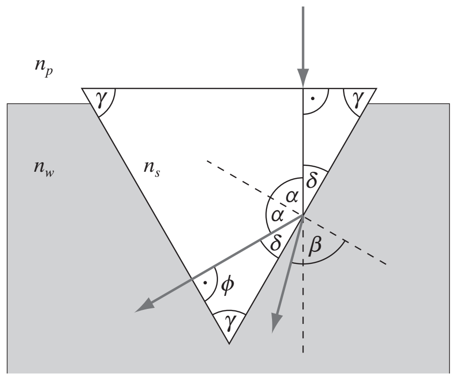
Listopad 2010

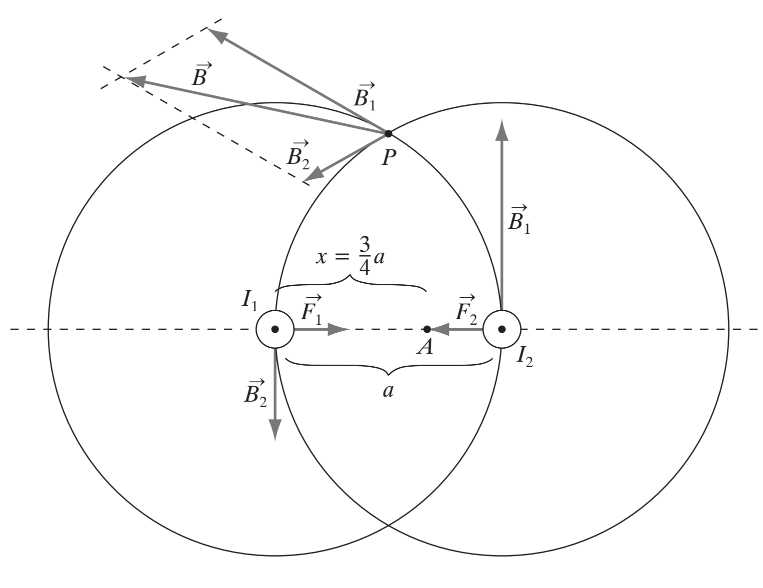
W kluczu są prezentowane przykładowe prawidłowe odpowiedzi. Należy również uznać odpowiedzi ucznia, jeśli są inaczej sformułowane, ale ich sens jest synonimiczny wobec schematu, oraz inne odpowiedzi, nieprzewidziane w kluczu, ale poprawne.

<table>
<tr><th>Numer zadania</th><th colspan="2">Prawidłowa odpowiedź</th><th>Liczba punktów</th></tr>
<tr><td rowspan="4">1.</td><td>1.1.</td><td>1 pkt – obliczenie momentu bezwładności bloczka
$I_0 = \frac{1}{2}m_0R^2 = 2 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^2$</td><td rowspan="4">0–13</td></tr>
<tr><td>1.2.</td><td>1 pkt – wykorzystanie zasady zachowania energii
$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{I_0\omega^2}{2}$
1 pkt – wykorzystanie zależności pomiędzy prędkością liniową a kątową
$v = \varpi \cdot R$
1 pkt – wyznaczenie wzoru na prędkość końcową ciężarka o masie m
$v_k = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{I_0}{mR^2}}}$</td></tr>
<tr><td>1.3.</td><td>1 pkt – wykorzystanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej
$h = \frac{at^2}{2}$
1 pkt – wykorzystanie wzoru na przyspieszenie liniowe
$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_k}{t}$
1 pkt – wyznaczenie wzoru na czas spadku
$t = \frac{2h}{v_k}$
Wypełnienie prawidłowo tabeli – 2 pkt, 1 błąd – 1 pkt, więcej niż jeden błąd – 0 pkt.
<table>
<tr><th>Lp.</th><th>$m[\mathrm{g}]$</th><th>$v_k\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$</th><th>$t[\mathrm{s}]$</th></tr>
<tr><td>1</td><td>50</td><td>4,4</td><td>0,91</td></tr>
<tr><td>2</td><td>100</td><td>5,1</td><td>0,78</td></tr>
<tr><td>3</td><td>150</td><td>5,4</td><td>0,74</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>1.4.</td><td>2 pkt – wyznaczenie wzoru i obliczenie przyspieszenia liniowego dla $v_0 = 0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$
$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{1}{t}\sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{I_0}{mR^2}}} = \frac{1}{18}\sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot 2}{1 + \frac{2 \cdot 10^{-5}}{0{,}5 \cdot 0{,}15^2}}}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \approx 0{,}35\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$
2 pkt – wyznaczenie wzoru i obliczenie przyspieszenia kątowego
$\varepsilon = \frac{a}{R} = \frac{0{,}35}{0{,}15} = 2{,}3\ \frac{1}{\mathrm{s}^2}$</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Numer zadania</th><th colspan="2">Prawidłowa odpowiedź</th><th>Liczba punktów</th></tr>
<tr><td rowspan="3">2.</td><td>2.1.</td><td>1 pkt – wyznaczenie długości fali stojącej
Odległość pomiędzy węzłami fali stojącej $L = \frac{1}{2}\lambda$, stąd $\lambda = 2L = 0,8\ \mathrm{m}$
1 pkt – wykorzystanie wzoru na prędkość fali dźwiękowej
$v = \lambda \cdot f$
1 pkt – wyznaczenie i obliczenie częstotliwości kamertonu
$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0,8}\ \mathrm{Hz} = 425\ \mathrm{Hz}$</td><td rowspan="3">0–11</td></tr>
<tr><td>2.2.</td><td>1 pkt – wyznaczenie zależności między długościami fali w dwóch ośrodkach
$\frac{\lambda_w}{\lambda_p} = \frac{\frac{v_w}{f}}{\frac{v_p}{f}}$
1 pkt – obliczenie zmiany długości fali
$\lambda_w = \frac{v_w}{v_p}\lambda_p = \frac{1480}{340}\lambda_p \approx 4,35\lambda_p$</td></tr>
<tr><td>2.3.</td><td>3 pkt – narysowanie 3 poprawnych rysunków ukazujących powstawanie fali stojącej w słupie powietrza nad wodą


3 pkt – obliczenie kolejnych częstotliwości dźwięku
$H = \frac{1}{4}\lambda_1,\ f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{340}{4 \cdot 0,52}\ \mathrm{Hz} \approx 163,5\ \mathrm{Hz}$
$H = \frac{3}{4}\lambda_2,\ f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 340}{4 \cdot 0,52}\ \mathrm{Hz} \approx 490,4\ \mathrm{Hz}$
$H = \frac{5}{4}\lambda_3,\ f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{5 \cdot 340}{4 \cdot 0,52}\ \mathrm{Hz} \approx 817,3\ \mathrm{Hz}$</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>3.1.</td><td>1 pkt – obliczenie kąta padania na pierwszą wewnętrzną powierzchnię pryzmatu
$\gamma = \frac{180^\circ}{3} = 60^\circ,\ \delta = 180^\circ - 90^\circ - \gamma = 30^\circ,\ \alpha = 90^\circ - \delta = 60^\circ$
1 pkt – obliczenie kąta padania na drugą wewnętrzną powierzchnię pryzmatu
$\varphi = 180^\circ - \gamma - \delta = 90^\circ,\ \alpha_2 = 0^\circ$
2 pkt – poprawne narysowanie rysunku. Zadbanie o to, aby kąt padania był równy kątowi odbicia na pierwszej wewnętrznej powierzchni pryzmatu (1 pkt) oraz aby kąt załamany β był większy od kąta padania α, ponieważ $n_s > n_w$ (1 pkt).</td><td>0–12</td></tr>
</table>

Numer zadania		Prawidłowa odpowiedź	Liczba punktów
			
	3.2.	1 pkt – zapisanie prawa załamania światła na granicy szkło–woda $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{n_w}{n_s}$ 1 pkt – obliczenie kąta granicznego promienia padającego na powierzchnię szkło–woda $\frac{\sin(\alpha_{gr})}{\sin(90°)} = \frac{n_w}{n_s}$, stąd $\sin(\alpha_{gr}) = \frac{n_w}{n_s} \approx 0{,}917$ 1 pkt – obliczenie kąta granicznego promienia padającego na powierzchnię szkło–powietrze $\frac{\sin(\alpha_{gr})}{\sin(90°)} = \frac{n_p}{n_s}$, stąd $\sin(\alpha_{gr}) = \frac{n_p}{n_s} \approx 0{,}689$ 1 pkt – obliczenie wartości $\sin(60°)$ $\sin(60°) = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}866$ 2 pkt – porównanie wartości sinusów kątów i stwierdzenie, czy zajdzie zjawisko całkowitego odbicia światła: a) szkło–woda: $\sin(\alpha_{gr}) > \sin(\alpha)$, więc $\alpha_{gr} > \alpha$ – zjawisko całkowitego odbicia światła nie zajdzie w tym wypadku b) szkło–powietrze: $\sin(\alpha_{gr}) < \sin(\alpha)$, więc $\alpha_{gr} < \alpha$ – zjawisko całkowitego odbicia światła zajdzie w tym wypadku	
	3.3.	1 pkt – wyznaczenie wzoru na współczynnik ośrodka $\sin(\alpha_{gr}) = \frac{n_o}{n_s}$ stąd $n_o = n_s \sin(\alpha_{gr})$ 1 pkt – obliczenie współczynnika załamania światła ośrodka $n_o = 1{,}45 \sin(60°) = 1{,}45 \cdot 0{,}866 = 1{,}255$	
4.	4.1.	2 pkt – obliczenie indukcji pola magnetycznego w miejscach znajdowania się przewodów $B_1 = \frac{\mu\mu_0}{2\pi a} I_1 = \frac{1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}^2}}{2\pi \cdot 0{,}2\ \mathrm{m}} \cdot 3\ \mathrm{A} = 3 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{T}$ $B_2 = \frac{\mu\mu_0}{2\pi a} I_2 = \frac{1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}^2}}{2\pi \cdot 0{,}2\ \mathrm{m}} \cdot 1\ \mathrm{A} = 10^{-6}\ \mathrm{T}$ 2 pkt – zaznaczenie na rysunku wektorów indukcji magnetycznej	0–14

Numer zadania		Prawidłowa odpowiedź	Liczba punktów
	4.2.	1 pkt – obliczenie siły wzajemnego oddziaływania $F_2 = F_1 = B_2 I_1 L \sin(\vec{B},\vec{L}) = \frac{\mu\mu_0 I_2}{2\pi a} I_1 L \sin(90°) =$ $= 10^{-6}\ \mathrm{T} \cdot 3\ \mathrm{A} \cdot 2\ \mathrm{m} \cdot 1 = 6 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{N}$ lub wzór $F_2 = F_1 = \frac{\mu\mu_0 I_2 I_1}{2\pi a} L$ 1 pkt – poprawne narysowanie sił na rysunku i stwierdzenie, że przewodniki będą się przyciągały	
	4.3.	1 pkt – zapis superpozycji pól magnetycznych $\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$ 1 pkt – zauważenie, że jeśli wypadkowe pole magnetyczne ma mieć wartość równą 0, to: $\vec{B_1} - \vec{B_2} = 0$ lub $\lvert\vec{B_1}\rvert = \lvert\vec{B_2}\rvert$ 1 pkt – poprawny zapis powyższego równania względem pierwszego przewodnika $\frac{\mu\mu_0 I_1}{2\pi \cdot x} - \frac{\mu\mu_0 I_2}{2\pi \cdot (a - x)} = 0$ 1 pkt – wyznaczenie wzoru i obliczenie x $x = \frac{I_1 a}{I_1 + I_2} = \frac{3}{4} a = 15\ \mathrm{cm}$	
	4.4.	3 pkt – narysowanie wektora $\vec{B_1}$ (1 pkt), $\vec{B_2}$ (1 pkt) i wektora wypadkowego $\vec{B}$ (1 pkt) 1 pkt – zachowanie proporcji pomiędzy wektorami $\vec{B_1}$ i $\vec{B_2}$ $B_1 = 3B_2$	
		Wspólny rysunek do każdego podpunktu  	

Numer zadania		Prawidłowa odpowiedź	Liczba punktów
5.	5.1.	1 pkt – obliczenie różnicy mas przed i po reakcji $\Delta m = m_{\mathrm{Be}} - (2m_\alpha + m_n) = 9{,}01210\ \mathrm{u} - (2 \cdot 4{,}00150\ \mathrm{u} + 1{,}00866\ \mathrm{u}) =$ $= 0{,}00044\ \mathrm{u}$ 1 pkt – obliczenie ΔE $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 0{,}00044 \cdot 931{,}5\,\frac{\mathrm{MeV}}{c^2} \cdot c^2 \approx 0{,}41\ \mathrm{MeV}$ 1 pkt – wyznaczenie wzoru na częstotliwość promieni γ $h\nu = \Delta E$, stąd $\nu = \frac{\Delta E}{h}$ 1 pkt – przeliczenie energii na J $\Delta E = 0{,}41\ \mathrm{MeV} = 0{,}41 \cdot 10^6 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J} \approx 6{,}57 \cdot 10^{-14}\ \mathrm{J}$ 1 pkt – obliczenie częstotliwości $\nu = \frac{6{,}57 \cdot 10^{-14}\ \mathrm{J}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}} \approx 9{,}91 \cdot 10^{19}\ \mathrm{Hz}$	0–10
	5.2.	1 pkt – obliczenie defektu mas cząsteczki α $\Delta m = 2(m_p + m_n) - m_\alpha = 2(1{,}00728\ \mathrm{u} + 1{,}00866\ \mathrm{u}) - 4{,}00150\ \mathrm{u} \approx 0{,}0304\ \mathrm{u}$ 1 pkt – obliczenie energii wiązania $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 0{,}0304 \cdot 931{,}5\,\frac{\mathrm{MeV}}{c^2} \cdot c^2 \approx 28{,}3\ \mathrm{MeV}$ 1 pkt – obliczenie energii wiązania przypadającej na nukleon $\frac{\Delta E}{4} \approx 7{,}075\ \mathrm{MeV}$	
	5.3.	1 pkt – określenie proporcji Ponieważ $1\ \mathrm{mol}$ (Be) waży $9{,}0121\ \mathrm{g}$ i znajduje się w nim N_A (liczba Avogadra) atomów, to w $1\ \mathrm{g}$ jest ich N, stąd: $N = \frac{N_A \cdot m}{m_{\mathrm{Be}}}$ 1 pkt – obliczenie liczby atomów $N = \frac{6{,}02 \cdot 10^{23}\,\frac{1}{\mathrm{mol}} \cdot 1\ \mathrm{g}}{9{,}0121\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}} \approx 6{,}68 \cdot 10^{22}$	