



☐ *Tegoroczny maturzysta*

☐ *Uczeń młodszy*

PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **4 kwietnia 2020 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **10:30**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

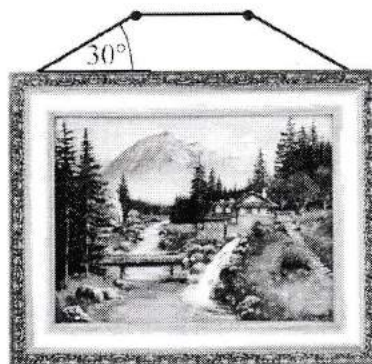
1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 18 stron (zadania 1–9).
 2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
 3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
 4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
 5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
 6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
 7. Możesz korzystać z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki, linijki oraz kalkulatora prostego.
 8. Wszelkie pytania odnośnie arkusza po egzaminie możesz kierować na adres e-mail: promocja.fais@uj.edu.pl.
-

Zadanie 1.

Na cienkiej, elastycznej, nieważkiej lince zawieszono obraz o masie 6 kg. Linkę zaczepiono na gwoździach wbitych do ściany, jak pokazano na rysunku. Obraz pozostaje w spoczynku.

Zadanie 1.1. (0–4)

Oblicz wartość każdej z sił, którymi linka działa na obraz. Narysuj wszystkie siły działające na obraz. Zachowaj proporcje długości wektorów. Wszystkie odcinki linki mają jednakową długość. Przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s^2 .



Handwritten calculations on a grid background:

$$F_{\text{ciężkości}} = m \cdot g$$
$$F_{\text{ciężkości}} = 6 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 60 \text{ N} \quad 1 \text{ pkt}$$
$$F_{\text{linki1}} = F_{\text{linki2}} \stackrel{\text{ozn}}{=} F_L \quad 1 \text{ pkt}$$
$$F_{\text{wypadkowa}} = 0$$
$$\Downarrow$$
$$F_L = \frac{F_{\text{ciężkości}}}{2 \cdot \sin 30^\circ}$$
$$F_L = \frac{60 \text{ N}}{2 \cdot \frac{1}{2}} = \underline{\underline{60 \text{ N}}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Diagram of the picture with force vectors:

- A rectangle represents the picture.
- A vertical arrow pointing downwards from the center is labeled $F_{\text{ciężkości}}$.
- Two points on the top edge are labeled 1 and 2.
- From point 1, an arrow labeled F_{L1} points up and to the left.
- From point 2, an arrow labeled F_{L2} points up and to the right.

Zadanie 1.2. (0–1)

Wskaż prawidłowe dokończenie zdania. Otocz kółkiem wybraną odpowiedź.

Siła naciągu poziomego odcinka linki ma wartość

- A. 34,6 N. **B. 60 N.** C. 69,2 N. D. 120 N.

Zadanie 2.

Zapoznaj się z tekstem źródłowym i wykonaj polecenia.

Kalendarz perygeum i apogeum Księżyca w latach 2010–2020

Jak już wiemy, orbita Księżyca nie jest idealnym okręgiem, dlatego podczas swojej wędrówki Księżyc raz zbliża się do Ziemi, a raz oddala. Zmienia się wtedy wielkość jego tarczy tak bardzo, że można dostrzec różnice gołym okiem. Perygeum jest to punkt na orbicie, podczas którego Księżyc znajduje się najbliżej Ziemi, natomiast podczas apogeum najdalej. Odległość środka Księżyca od środka Ziemi zmienia się wtedy średnio od 356 tysięcy kilometrów podczas perygeum, do 407 tysięcy kilometrów podczas apogeum.

Cybermoon Astronomia, <http://cybermoon.pl/kalen/apog.html>

Zadanie 2.1. (0–2)

Oblicz stosunek wartości siły grawitacyjnego oddziaływania Ziemi i Księżyca, gdy Księżyc jest w perygeum, do wartości siły tego oddziaływania, gdy Księżyc jest w apogeum.

$$\begin{aligned} F_p &= G \frac{M_Z M_K}{r_p^2} \\ F_a &= G \frac{M_Z M_K}{r_a^2} \\ \frac{F_p}{F_a} &= \frac{G \frac{M_Z M_K}{r_p^2}}{G \frac{M_Z M_K}{r_a^2}} = \frac{r_a^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_a}{r_p} \right)^2 \quad 1 \text{ pkt} \\ \frac{F_p}{F_a} &= \left(\frac{407\,000 \text{ km}}{356\,000 \text{ km}} \right)^2 = \underline{\underline{1,31}} \quad 1 \text{ pkt} \end{aligned}$$

Zadanie 2.2. (0–2)

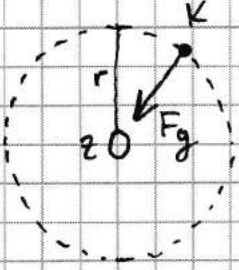
Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe. Przyjmij, że oddziaływanie Ziemi i Księżyca z innymi ciałami jest pomijalnie małe.

1.	Pęd Księżyca w ruchu wokół Ziemi ma stałą wartość.	P	☒ F
2.	Moment pędu Księżyca względem środka Ziemi jest stały.	☒ P	F
3.	Energia kinetyczna Księżyca podczas ruchu wokół Ziemi jest stała.	P	☒ F

2 pkt., gdy 3 odp. poprawne
1 pkt., gdy 2 odp. poprawne
0 pkt., gdy 1 lub 0 odp. popr.

Zadanie 2.3. (0-3)

Oszacuj masę Ziemi przyjmując, że Księżyc okrąża Ziemię po kołowej orbicie o promieniu 380 tys. km, a okres obiegu wynosi 27,3 doby. Znana jest wartość stałej grawitacji.



$F_{\text{gravitacji}} \text{ pełni rolę } F_{\text{dośrodkowej}}$

$$F_g = F_{\text{dośr.}}$$

1 pkt

$$F_{\text{dośr.}} = \frac{mv^2}{r} = \frac{m}{r} \cdot \left(\frac{2\pi r}{T} \right)^2 = \frac{4\pi^2 m r}{T^2}$$
$$G \frac{M_z \cdot M_k}{r^2} = \frac{4\pi^2 m r}{T^2}$$
$$M_z = \frac{4\pi^2 r^3}{G T^2}$$

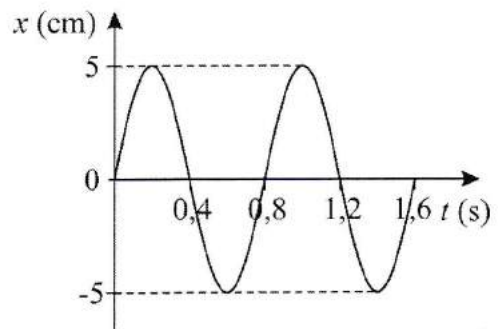
1 pkt

$$M_z = \frac{4\pi^2 \cdot (3,8 \cdot 10^8 \text{ m})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot (27,3 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s})^2} =$$
$$\approx \underline{\underline{5,8 \cdot 10^{24} \text{ kg}}}$$

1 pkt

Zadanie 3.

Cieżarek o masie 200 g zawieszono na sprężynie i wprawiono w pionowe drgania harmoniczne. Na wykresie przedstawiono zależność wychylenia ciężarka z położenia równowagi od czasu.

**Zadanie 3.1. (0–3)**

Oblicz częstotść drgań ciężarka i współczynnik sprężystości sprężyny.

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

$$\omega = \frac{2\pi}{0,8\text{ s}} = 2,5 \cdot \pi \text{ s}^{-1} \approx \underline{\underline{7,85 \text{ s}^{-1}}} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$k = \frac{4\pi^2 \cdot 0,2 \text{ kg}}{(0,8 \text{ s})^2} \approx \underline{\underline{12,3 \frac{\text{N}}{\text{m}}}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 3.2. (0–1)

Zapisz równanie ruchu ciężarka, tj. zależność położenia od czasu, $x(t)$. Występujące w równaniu wielkości fizyczne wyraż w jednostkach podstawowych SI.

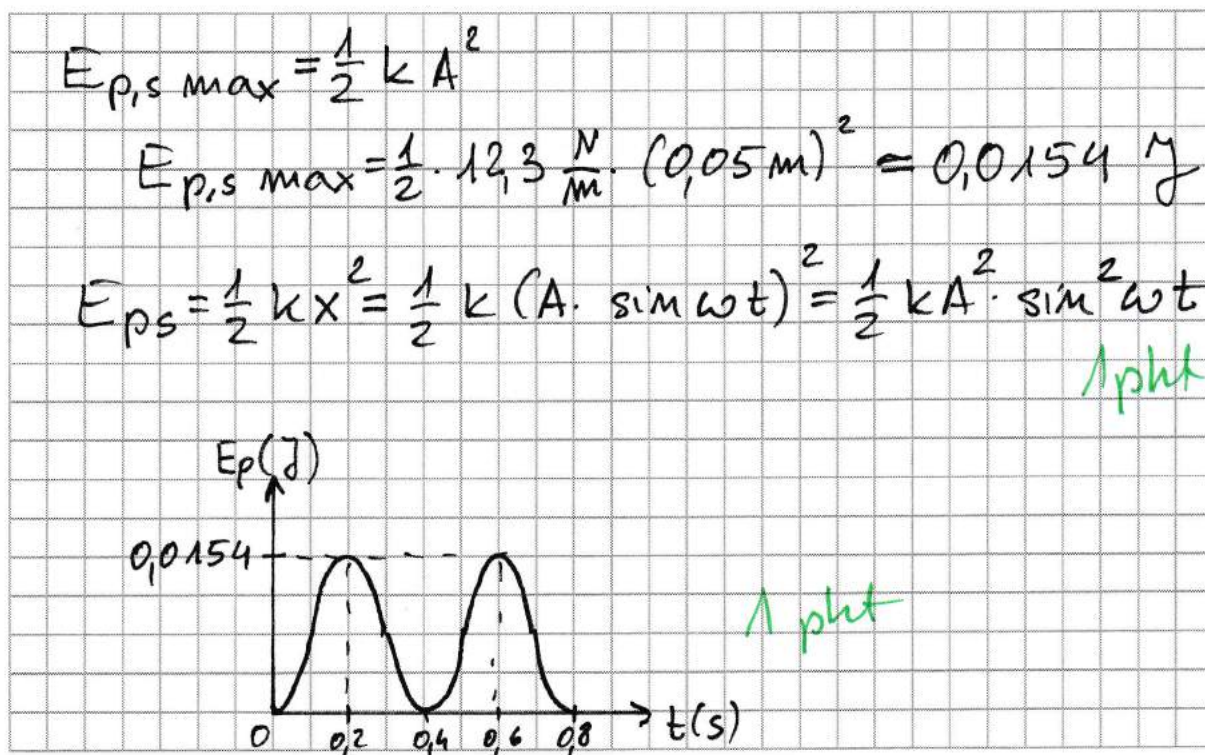
$$x(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$A = 5 \text{ cm}, \quad \omega = 7,85 \text{ s}^{-1}, \quad \varphi_0 = 0$$

$$x(t) = 0,05 \cdot \sin(7,85 \cdot t) \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 3.3. (0–3)

Oblicz maksymalną energię potencjalną sprężystości ($E_{ps, \max}$) sprężyny podczas drgań ciężarka. Narysuj wykres zależności energii potencjalnej sprężystości użytej sprężyny od czasu w przedziale czasu od 0 s do 0,8 s.

**Zadanie 3.4. (0–1)**

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Przy dwa razy mniejszej amplitudzie drgań i niezmienionych pozostałych parametrach układu okres drgań będzie $\sqrt{2}$ razy mniejszy.	P	☒ F
2.	Gdy wychylenie ciężarka z położenia równowagi jest równe połowie amplitudy drgań, energia kinetyczna ciężarka jest równa energii potencjalnej sprężystości sprężyny.	P	☒ F

Zadanie 3.5. (0–1)

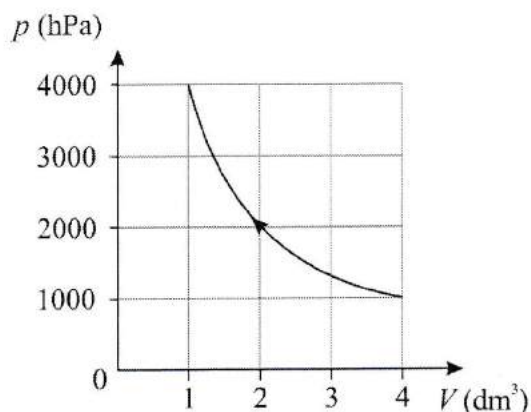
Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–B oraz spośród 1.–2.

Ciało wykonuje drgania harmoniczne. W chwili przejścia przez położenie równowagi prędkość ciała ma wartość

☒ A. maksymalną,	a przyspieszenie tego ciała ma wartość	1.	maksymalną.
B. równą zero,		☒ 2.	równą zero.

Zadanie 4.

Na rysunku przedstawiono wykres przemiany gazu doskonałego dwuatomowego. Przemiana ta zachodziła w stałej temperaturze równej 27 °C.



Zadanie 4.1. (0–1)

Zapisz nazwę tej przemiany gazowej.

Przemiana izotermiczna 1 pkt

Zadanie 4.2. (0–2)

Oblicz średnią całkowitą energię kinetyczną cząsteczki gazu.

$$E_k = \frac{5}{2} k_B \cdot T \quad 1 \text{ pkt}$$
$$T = 300 \text{ K}$$
$$E_k = \frac{5}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 300 \text{ K} \approx \underline{\underline{1,04 \cdot 10^{-20} \text{ J}}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 4.3. (0–3)

Oblicz liczbę cząsteczek gazu znajdujących się w zbiorniku.

$$pV = nRT \quad 1 \text{ pkt}$$
$$n = \frac{pV}{RT}$$
$$n = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}} \approx 0,16 \text{ mola} \quad 1 \text{ pkt}$$
$$N = n \cdot N_A$$
$$N = 0,16 \text{ mola} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx \underline{\underline{9,63 \cdot 10^{22}}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 4.4. (0-2)

Oszacuj pracę, jaką wykonała siła zewnętrzna podczas sprężania gazu.

z pola trapezu $W \approx \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot |\Delta V|$ 1 pkt

$$W \approx \frac{1000 \text{ hPa} + 4000 \text{ hPa}}{2} \cdot 3 \text{ dm}^3 = 2500 \text{ hPa} \cdot 3 \text{ dm}^3 =$$

$$= 2500 \cdot 10^2 \text{ Pa} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \approx \underline{\underline{750 \text{ J}}}$$
 1 pkt

alternatywnie - ze wzoru dla przemiany izoterm. 1 pkt

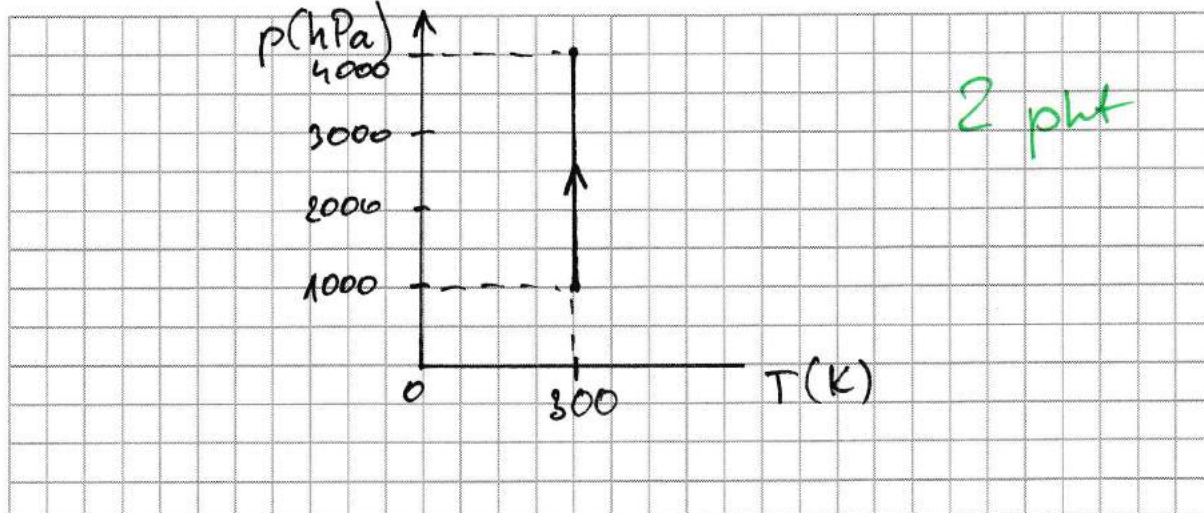
$$W = nRT \cdot \ln \frac{V_1}{V_2}$$

$$W = 0,16 \text{ mola} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K} \cdot \ln \frac{4 \text{ dm}^3}{1 \text{ dm}^3} \approx$$

$$\approx \underline{\underline{553 \text{ J}}}$$
 1 pkt

Zadanie 4.5. (0-2)

Sporządź wykres $p(T)$ odpowiadający przedstawionej przemianie.



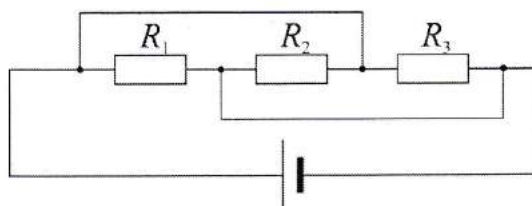
Zadanie 4.6. (0-1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W trakcie rozważanej przemiany gaz oddawał ciepło do otoczenia.	☒ P	☐ F
2.	W wyniku rozważanej przemiany energia wewnętrzna gazu zwiększyła się.	☐ P	☒ F

Zadanie 5.

Trzy jednakowe oporniki, każdy o oporze $9\ \Omega$ połączono jak na poniższym schemacie i podłączono do ogniwa, którego siła elektromotoryczna jest równa 6 V , a opór wewnętrzny wynosi $1\ \Omega$.



Zadanie 5.1. (0-1)

Oblicz opór zastępczy układu oporników.

Jest to połączenie równoległe oporników.

$$\frac{1}{R_{\text{ZAST}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}$$

$$R_{\text{ZAST}} = \frac{1}{3} R$$

$$R_{\text{ZAST}} = \frac{1}{3} \cdot 9\ \Omega = \underline{\underline{3\ \Omega}}$$

1 pkt

Zadanie 5.2. (0-1)

Oblicz natężenie prądu płynącego z ogniwa.

Z prawa Ohma dla całego obwodu:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{ZAST}} + r_w}$$

$$I = \frac{6\text{ V}}{3\ \Omega + 1\ \Omega} = \underline{\underline{1,5\text{ A}}}$$

1 pkt

Zadanie 6.

Dwie jednakowe kwadratowe płytki metalowe, o boku długości 10 cm, ustawiono równolegle jedna do drugiej w komorze próżniowej. Odległość pomiędzy płytkami wynosiła 10 mm. Płytki podłączono do baterii o napięciu 10 V. Pomiedzy płytki, równolegle do nich, skierowano strumień elektronów przyspieszanych napięciem stałym równym 1 kV.

Zadanie 6.1. (0-3)

Oblicz wartość prędkości elektronów przed wejściem w obszar pomiędzy płytkami.

$$E_k = W_{\text{pole}}$$
$$\frac{mv^2}{2} = eU \quad 1 \text{ pkt}$$
$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \quad 1 \text{ pkt}$$
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1000 \text{ V}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} \approx \underline{\underline{1,88 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 6.2. (0-1)

Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego pomiędzy płytkami.

$$E = \frac{U}{d}$$
$$E = \frac{10 \text{ V}}{10 \text{ mm}} = 1 \frac{\text{V}}{\text{mm}} = \underline{\underline{1000 \frac{\text{V}}{\text{m}}}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 6.3. (0-5)

Oblicz długość odcinka, o jaki elektrony odchylają się od pierwotnego kierunku ruchu tuż po wyjściu z obszaru pomiędzy płytkami oraz kąt, o jaki odchylił się strumień elektronów od pierwotnego kierunku. Przyjmij, że pole elektryczne istnieje tylko w tym obszarze, a wzajemne oddziaływanie elektronów w strumieniu można pominąć. Możesz skorzystać z zamieszczonej tabeli wartości funkcji tangens.

α	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
tg α	0,017	0,035	0,052	0,070	0,087	0,105	0,123	0,141	0,158	0,176

$$\Delta y = \frac{1}{2} a t^2$$

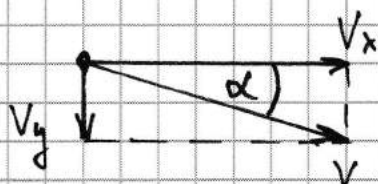
$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = eE$$

$$t = \frac{L}{v}$$

$$\Rightarrow \Delta y = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \cdot \left(\frac{L}{v}\right)^2 = \frac{eEL^2}{2mv^2} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$\Delta y = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1000 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot (0,1 \text{ m})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (1,88 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = \underline{\underline{0,00249 \text{ m}}} \quad 1 \text{ pkt}$$



$$\tan \alpha = \frac{Vy}{Vx} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$Vy = a \cdot t$$

$$Vy = \frac{eE}{m} \cdot \frac{L}{v}$$

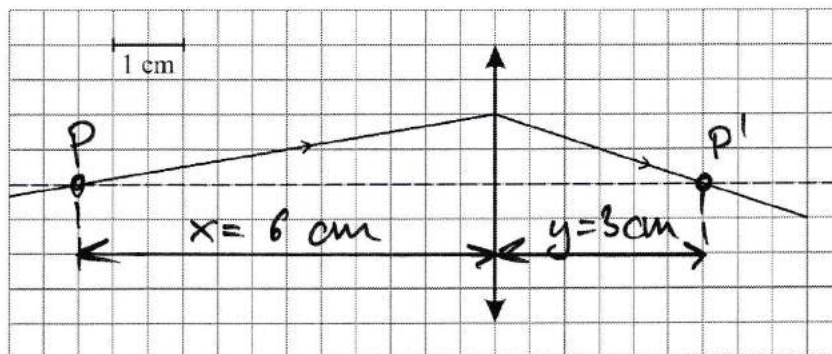
$$Vy = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1000 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 0,1 \text{ m}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 1,88 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 9,35 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$\tan \alpha = \frac{9,35 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,88 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 4,97 \cdot 10^{-2} \approx 0,05$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\alpha \approx 3^\circ}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 7.

Na poniższym rysunku schematycznie przedstawiono cienką soczewkę dwuwypukłą oraz bieg jednego z promieni światła przechodzącego przez tę soczewkę.



Zadanie 7.1. (0–3)

Oblicz ogniskową soczewki. Uzasadnij poprawność obranej metody.

Punkt P' jest obrazem świecącego punktu P .
Obraz punktu leżącego na osi optycznej również znajduje się na osi optycznej. 1 pkt

$x = 6 \text{ cm}$ $y = 3 \text{ cm}$ 1 pkt

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{6 \text{ cm}} + \frac{1}{3 \text{ cm}} = \frac{1}{2 \text{ cm}} \Rightarrow \underline{\underline{f = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 7.2. (0–1)

Wskaż prawidłowe dokończenie zdania. Otocz kółkiem wybraną odpowiedź.

Wiązka wzajemnie równoległych promieni światła, lecz nie równoległych do osi optycznej soczewki po przejściu przez soczewkę

- A. nie ulega skupieniu.
- B. skupia się w punkcie położonym bliżej soczewki niż ognisko.
- C. skupia się w punkcie położonym dalej od soczewki niż ognisko.
- ☒ D. skupia się w punkcie leżącym w tej samej odległości od soczewki, co ognisko.

Zadanie 7.3. (0–1)

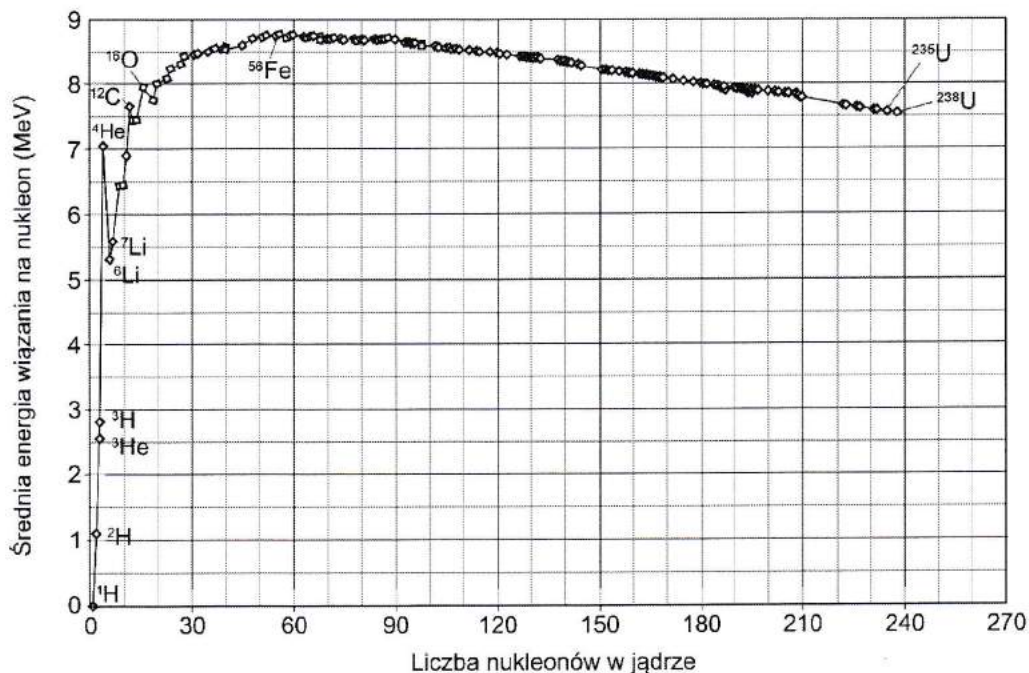
Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–B oraz spośród 1.–2.

Promień światła przechodząc ze szkła do powietrza załamuje się w stronę

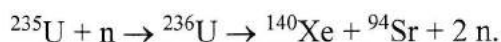
A. do normalnej,	ponieważ w szkłe światło rozchodzi	1.	szybciej niż w powietrzu.
☒ B. od normalnej,		☒ 2.	wolniej niż w powietrzu.

Zadanie 8.

Poniższy wykres przedstawia zależność średniej energii wiązania przypadającej na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze.



W typowym procesie rozszczepienia jądro ^{235}U absorbuje neutron termiczny (o małej energii kinetycznej) i przekształca się we wzburzone jądro złożone ^{236}U , które z kolei ulega rozszczepieniu na dwa fragmenty. Reakcje te można zapisać za pomocą schematu



Zadanie 8.1. (0–2)

Korzystając z wykresu oszacuj energię wiązania jądra $^{236}_{92}\text{U}$. Wynik podaj w dżulach.

$$\begin{aligned} E_{w/A} &\approx 7,6 \text{ MeV/nukleon} @ A = 236 && 1 \text{ pkt} \\ E_{w_u} &= 236 \cdot 7,6 \text{ MeV} \approx 1794 \text{ MeV} \\ E_{w_u} &= 1794 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \approx \underline{\underline{2,87 \cdot 10^{-10} \text{ J}}} && 1 \text{ pkt} \end{aligned}$$

Zadanie 8.2. (0-3)

Korzystając z powyższego wykresu oblicz energię wyzwalaną w opisanej reakcji. Wynik podaj w MeV.

$$E_{w/A} \approx 8,3 \text{ MeV/nukleon} @ A=140$$

$$E_{w_{Xe}} = 8,3 \text{ MeV} \cdot 140 = 1162 \text{ MeV} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$E_{w/A} \approx 8,7 \text{ MeV/nukleon} @ A=94$$

$$E_{w_{Sr}} = 8,7 \text{ MeV} \cdot 94 = 818 \text{ MeV} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$E_{\text{reakcji}} = E_{w_{Xe}} + E_{w_{Sr}} - E_{w_U}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{reakcji}} &\approx 1162 \text{ MeV} + 818 \text{ MeV} - 1794 \text{ MeV} = \\ &= \underline{\underline{186 \text{ MeV}}} \approx 200 \text{ MeV} \quad 1 \text{ pkt} \end{aligned}$$

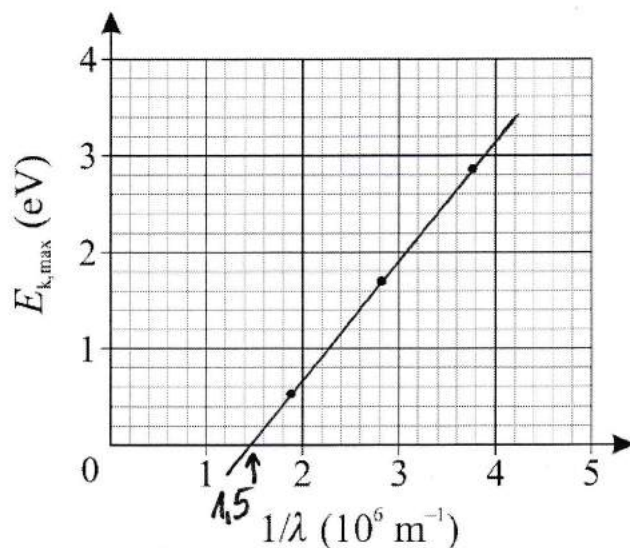
Zadanie 8.3. (0-1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Jądro ^{140}Xe zawiera o 46 neutronów więcej niż jądro ^{94}Sr .	P	☒ F
2.	Promień jądra ^{140}Xe jest o około 14% większy od promienia jądra ^{94}Sr .	☒ P	F

Zadanie 9.

Fotokatodę wykonaną z cezu oświetlano światłem o różnych długościach fali i mierzono maksymalną energię kinetyczną elektronów wybijanych z powierzchni metalu. Następnie sporządzono wykres zależności tej energii od odwrotności długości fali światła, którym oświetlano fotokatodę.



Zadanie 9.1. (0-2)

Oblicz pracę wyjścia dla cezu. Wynik podaj w dżulach.

Przebieg prostej dopasowanej do punktów na wykresie z osi $1/\lambda$

$$\frac{1}{\lambda_{\text{graniczne}}} \approx 1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

1 pkt

$$W = E_{\text{fotonu graniczna}} = h\nu_{\text{gr}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{gr}}} = hc \cdot \frac{1}{\lambda_{\text{gr}}}$$

$$W = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$$\approx 2,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

1 pkt

$$\pm 0,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

alternatywnie: przebieg prostej z osi $E_{k,\text{max}}$

$$W \approx 1,8 \text{ eV} \approx 2,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

2 pkt

Zadanie 9.2. (0-3)

Na podstawie wykresu wyznacz wartość stałej Plancka.

$$E_{k \max} = E_{\text{fotonu}} - W$$

$$y = a \cdot x + b \quad a = h \cdot c$$

$$\Delta x = 3,2 \cdot 10^6 \frac{1}{m}$$

$$\Delta y = 4 \text{ eV} = 4,0 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{3,2 \cdot 10^6 \frac{1}{m}} = 2 \cdot 10^{-25} \text{ J} \cdot m$$

$$h = \frac{a}{c}$$

$$h = \frac{2 \cdot 10^{-25} \text{ J} \cdot m}{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}} = 0,67 \cdot 10^{-33} \text{ J} \cdot s =$$

$$= \underline{\underline{6,7 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot s}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zadanie 9.3. (0-1)

Oblicz częstotliwość graniczną dla fotokatody wykonanej z cezu.

$$\nu_{\text{graniczna}} = \frac{c}{\lambda_{gr}} = c \cdot \frac{1}{\lambda_{gr}}$$

$$\nu_{\text{graniczne}} = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s} \cdot 1,5 \cdot 10^6 m^{-1} =$$

$$= \underline{\underline{4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}} \quad 1 \text{ pkt}$$