

**UZUPEŁNIA ZDAJĄCY**

KOD			PESEL												
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

miejsce  
na naklejkę

## **EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI**

### **POZIOM ROZSZERZONY**

DATA: **16 maja 2016 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

#### **Instrukcja dla zdającego**

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 18 stron (zadania 1–16). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
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. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.



MFA-R1\_1P-162





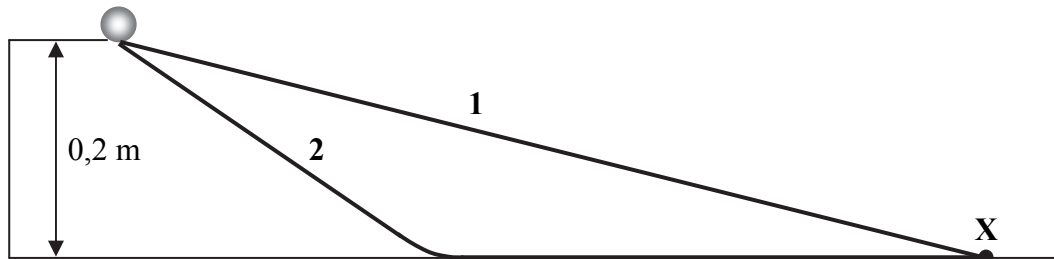
### Zadanie 3.

Jednorodna kulka K1 zaczyna toczyć się bez poślizgu z wysokości 0,2 m po pochylni 1, a druga taka sama kulka K2 – z tej samej wysokości po pochylni 2, tak jak pokazano na rysunku. Obie kulki po pewnym czasie docierają do punktu X. Pomijamy straty energii kulek.

Wskazówki:

Moment bezwładności jednorodnej kuli względem osi przechodzącej przez jej środek wynosi  $I = 0,4 \cdot m \cdot R^2$ .

Energia kinetyczna toczącej się kulki jest sumą energii ruchu postępowego środka masy i energii kinetycznej ruchu obrotowego wokół środka masy.



### Zadanie 3.1. (0–1)

Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A i B oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.

Czas toczenia się kulki K2 do punktu X jest

A. krótszy niż	czas toczenia się kulki K1, ponieważ	1.	kulka K2 przebyła dłuższą drogę niż kulka K1.
B. taki sam jak		2.	obie kulki staczały się z tej samej wysokości.
		3.	kulka K2 miała początkowo większe przyspieszenie niż kulka K1.

### Zadanie 3.2. (0–1)

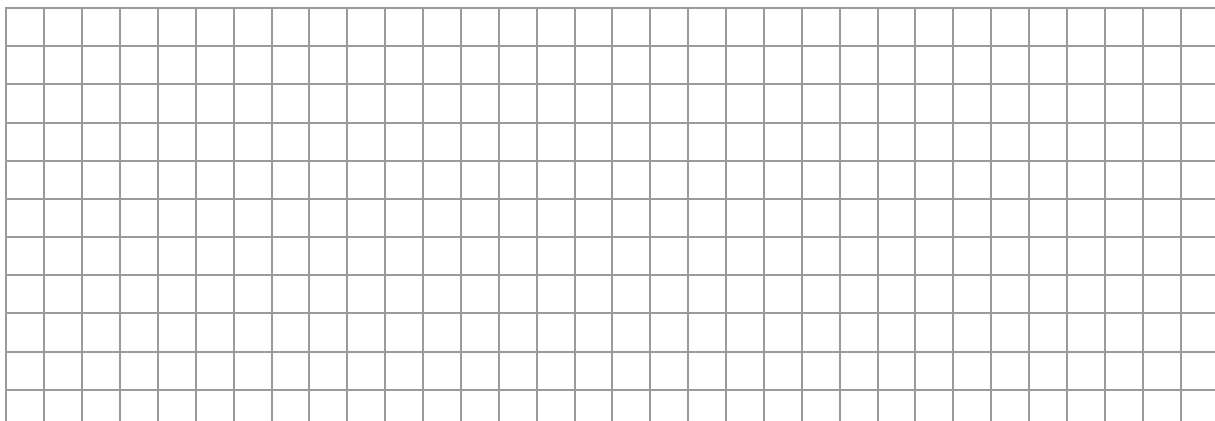
Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.

Prędkość kulki K2 w punkcie X jest

A. mniejsza niż	prędkość kulki K1, ponieważ	1.	kulka K2 przebyła dłuższą drogę niż kulka K1.
B. taka sama jak		2.	obie kulki staczały się z tej samej wysokości.
C. większa niż		3.	kulka K2 miała początkowo większe przyspieszenie niż kulka K1.

### Zadanie 3.3. (0–2)

Oblicz wartość prędkości kulki K1 w punkcie X.

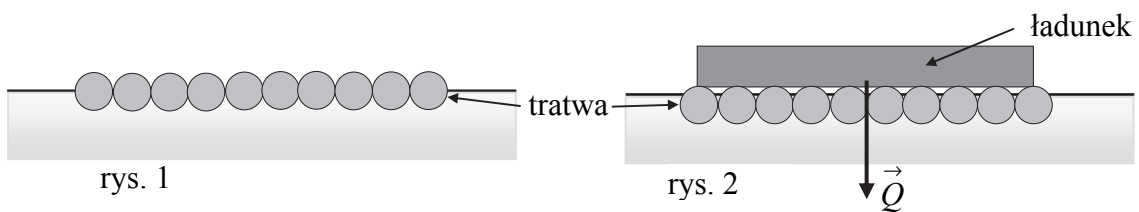


**Zadanie 4.**

Zbudowano tratwę z 10 drewnianych pni. Każdy pień ma kształt walca o polu podstawy  $700 \text{ cm}^2$  i długości 2 m.

**Zadanie 4.1. (0–2)**

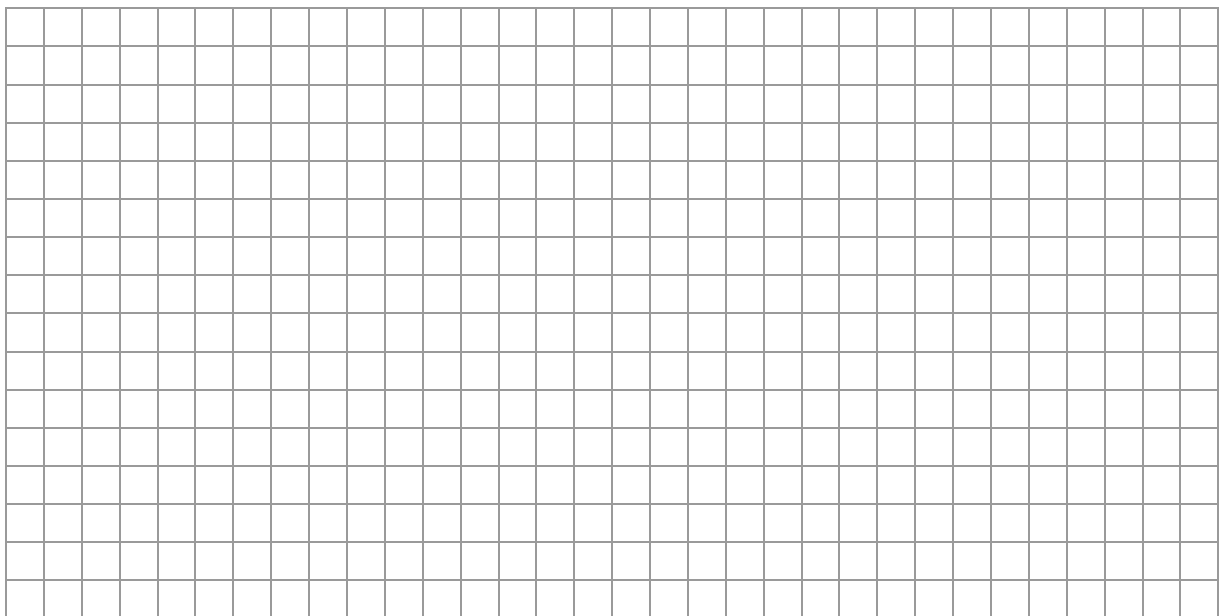
Na rysunku 1 przedstawiono pływającą na powierzchni wody tratwę bez obciążenia, a na rysunku 2 – pływającą tratwę obciążoną ładunkiem. Wektor siły  $\vec{Q}$  na rysunku 2 odpowiada tylko ciężarowi ładunku. Dorysuj na każdym rysunku wektory ciężaru tratwy  $\vec{P}$  (bez ładunku) i działającej na nią siły wyporu  $\vec{F}$ . Oznacz narysowane siły. Zachowaj relacje pomiędzy długościami wektorów sił (dotyczy to zarówno porównania sił na jednym z rysunków, jak i porównania obu rysunków).



**Zadanie 4.2. (0–4)**

Aby zapewnić bezpieczeństwo w czasie podróży, należy ładunek rozmieścić równomiernie, a 25% całkowitej objętości pni powinno wystawać ponad powierzchnię wody po maksymalnym obciążeniu tratwy. Oblicz maksymalną masę ładunku, jaki można umieścić na tej tratwie, pod warunkiem zachowania zasad bezpieczeństwa.

Do obliczeń przyjmij: gęstość wody  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , gęstość drewna  $600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

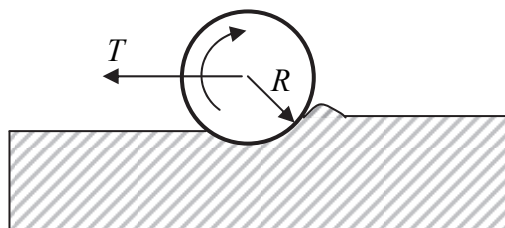


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.	3.3.	4.1.	4.2.
	Maks. liczba pkt	1	1	2	2	4
	Uzyskana liczba pkt					

### Zadanie 5.

Siła tarcia występuje nie tylko w przypadku poślizgu (tarcie poślizgowe) lub styku powierzchni dwóch ciał wzajemnie nieruchomych i próby ich przesunięcia (tarcie statyczne). Podczas toczenia się walca po poziomej powierzchni występuje tarcie toczne. Opór toczenia jest spowodowany innymi zjawiskami niż w tarcu poślizgowym lub statycznym. Jego przyczyną jest zjawisko odkształcenia podłoża i – często – również toczącego się ciała. Styk między nimi nie zachodzi w jednym punkcie, lecz na pewnym obszarze.

Działającą na walec siłę tarcia tocznego  $T$  (patrz rysunek) obliczamy ze wzoru  $T = \frac{f}{R} F_N$ , gdzie:  $F_N$  – siła nacisku walca na podłoże,  $R$  – promień walca,  $f$  – współczynnik tarcia tocznego, zależny od rodzaju powierzchni.



### Zadanie 5.1. (0–2)

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

1.	Współczynnik tarcia tocznego wyrażamy w metrach.	P	F
2.	Gdy powierzchnia, po której toczy się nieodkształcalny (sztywny) walec, jest całkowicie nieodkształcalna, współczynnik tarcia tocznego $f$ jest równy zero.	P	F
3.	Na dwa stalowe walce o jednakowych masach i różnych promieniach, toczące się po tej samej, poziomej powierzchni, działa taka sama siła tarcia tocznego.	P	F
4.	Jeżeli dwa wózki mają tę samą masę, a osie ich kół obracają się bez tarcia, to po tym samym równym poziomym podłożu łatwiej jest ciągnąć wózek o mniejszych kołach.	P	F

### Zadanie 5.2. (0–1)

Dwa stalowe walce o jednakowych masach i długościach oraz różnych promieniach toczą się po tej samej poziomej powierzchni. Możesz przyjąć, że jednakowa masa wynika stąd, że walec o większym promieniu jest wydrążony.

Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.

Dla walca o większym promieniu głębokość odkształcenia podłoża jest

A.	większa,	ponieważ	1.	ciśnienie wywierane przez walec na podłoże jest mniejsze.
B.	taka sama,		2.	masa toczącego się walca i jego ciężar się nie zmieniają.
C.	mniejsza,		3.	ciśnienie wywierane przez walec na podłoże jest większe.





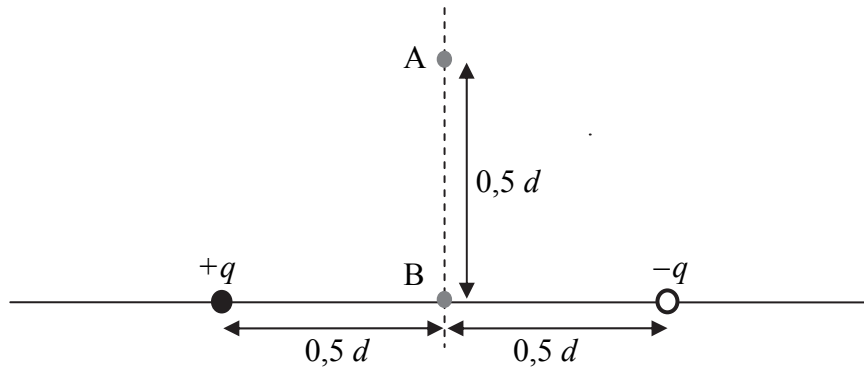




**Zadanie 10.**

Dipol elektryczny to układ dwóch różnoimiennych ładunków o tej samej wartości bezwzględnej  $q$ , umieszczonych w odległości  $d$  od siebie. Momentem dipolowym  $\vec{p}$  nazywamy wektor o wartości  $p = q \cdot d$ , zwrócony od ładunku ujemnego do dodatniego.

Natężenie pola elektrostatycznego układu ładunków można wyznaczyć jako wektorową sumę natężeń pól wytwarzanych przez każdy ładunek z osobna.

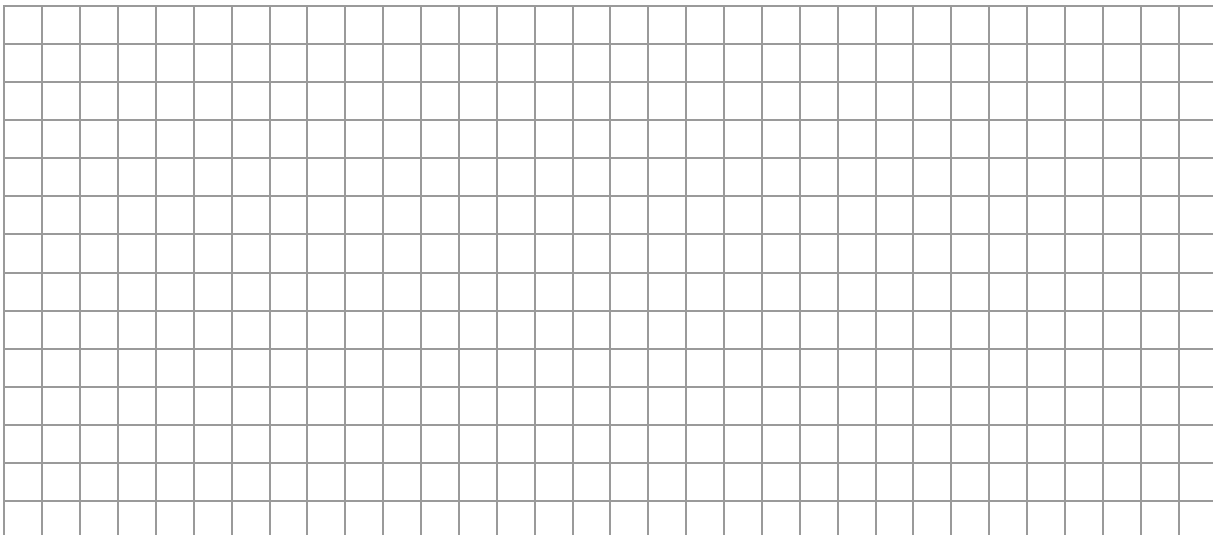
**Zadanie 10.1. (0–2)**

Stosując metodę dodawania wektorów, skonstruuj na rysunku powyżej wektor natężenia pola  $\vec{E}$  w punkcie A leżącym na symetralnej dipola w odległości  $0,5d$  od jego osi.

**Zadanie 10.2. (0–2)**

Parametry przedstawione na rysunku do zadania 10.1. mają wartości  $d = 10^{-2}$  m,  $q = 10^{-12}$  C. Ładunki znajdują się w próżni.

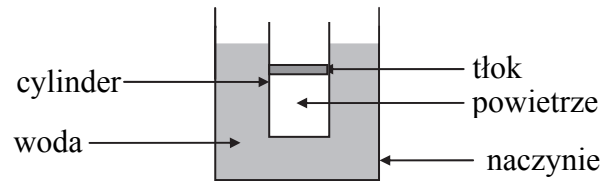
**Oblicz wartość natężenia pola w punkcie B.**





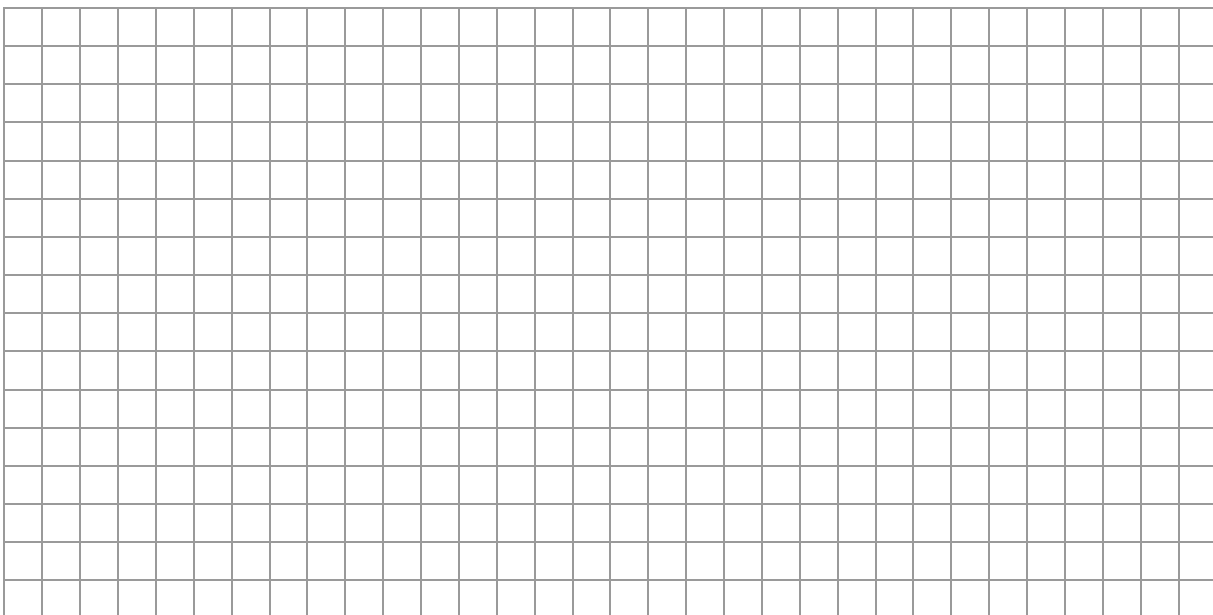
**Zadanie 11. (0–3)**

Używając małego metalowego cylindra zamkniętego tłokiem, który mógł poruszać się praktycznie bez tarcia, wykonano doświadczenie w układzie przedstawionym na rysunku.

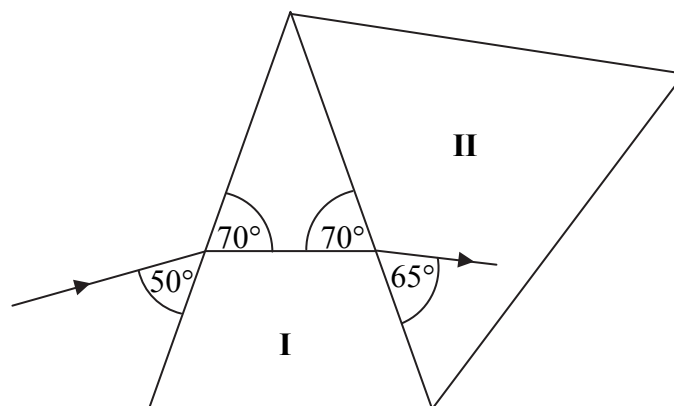


Gdy wodę w naczyniu podgrzano od temperatury  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $68\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tłok przesunął się w górę. Ustalono, że objętość powietrza zamkniętego tłokiem zwiększyła się od  $125\text{ cm}^3$  do  $144\text{ cm}^3$ .

**Wyznacz, korzystając tylko z podanych informacji oraz z własności przemian gazowych, temperaturę zera bezwzględnego w skali Celsjusza.**

**Zadanie 12. (0–4)**

Na dwa sklezione ze sobą pryzmaty **I** i **II** skierowano promień światła laserowego. Na rysunku zaznaczono bieg wiązki oraz kąty, jakie tworzy promień z powierzchniami pryzmatów. Przyjmij, że współczynnik załamania powietrza otaczającego układ pryzmatów jest równy 1.





### Zadanie 13. (0–1)

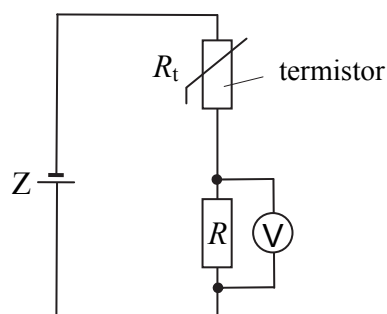
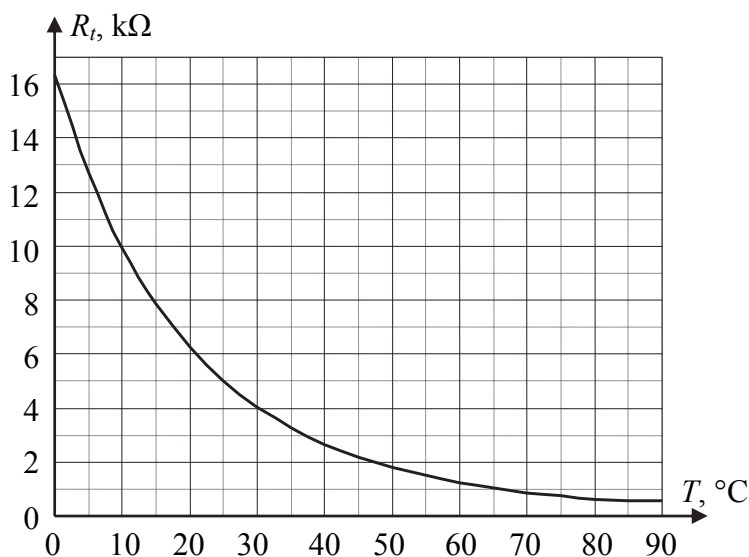
Na rysunku poniżej przedstawiono schematycznie kuliste źródło światła (Z), piłkę tenisową (T) i ścianę (S). Po włączeniu źródła na ścianie powstały obszary cienia i półcienia.



Wyznacz konstrukcyjnie położenie tych obszarów na ścianie. Opisz je literami C (cień) i P (półcień). Przy rysowaniu promieni skorzystaj z linijki.

### Zadanie 14.

Termistor jest opornikiem półprzewodnikowym, którego opór zależy od temperatury. Poniżej po lewej stronie przedstawiono wykres zależności oporu pewnego termistora od temperatury. Termistor został włączony w obwód elektryczny, którego schemat przedstawiono po prawej stronie. Napięcie źródła Z ma wartość 12 V, a opór R wynosi 500  $\Omega$ . Opór woltomierza jest bardzo duży.



Na podstawie: <http://www.ovenind.com>

### Zadanie 14.1. (0–2)

W poniższym tekście podkreśl słowa w taki sposób, aby powstał poprawny opis zależności między zmianami temperatury termistora, oporu i natężenia prądu w obwodzie.

Wzrost temperatury termistora powoduje (zwiększenie się / zmniejszenie się) wartości jego oporu, a tym samym (zwiększenie się / zmniejszenie się) wartości całkowitego oporu obwodu.

Wzrost oporu termistora spowoduje (zwiększenie się / zmniejszenie się) wartości natężenia prądu płynącego w obwodzie, a w konsekwencji wartość napięcia wskazywanego przez woltomierz (się zwiększy / się zmniejszy).

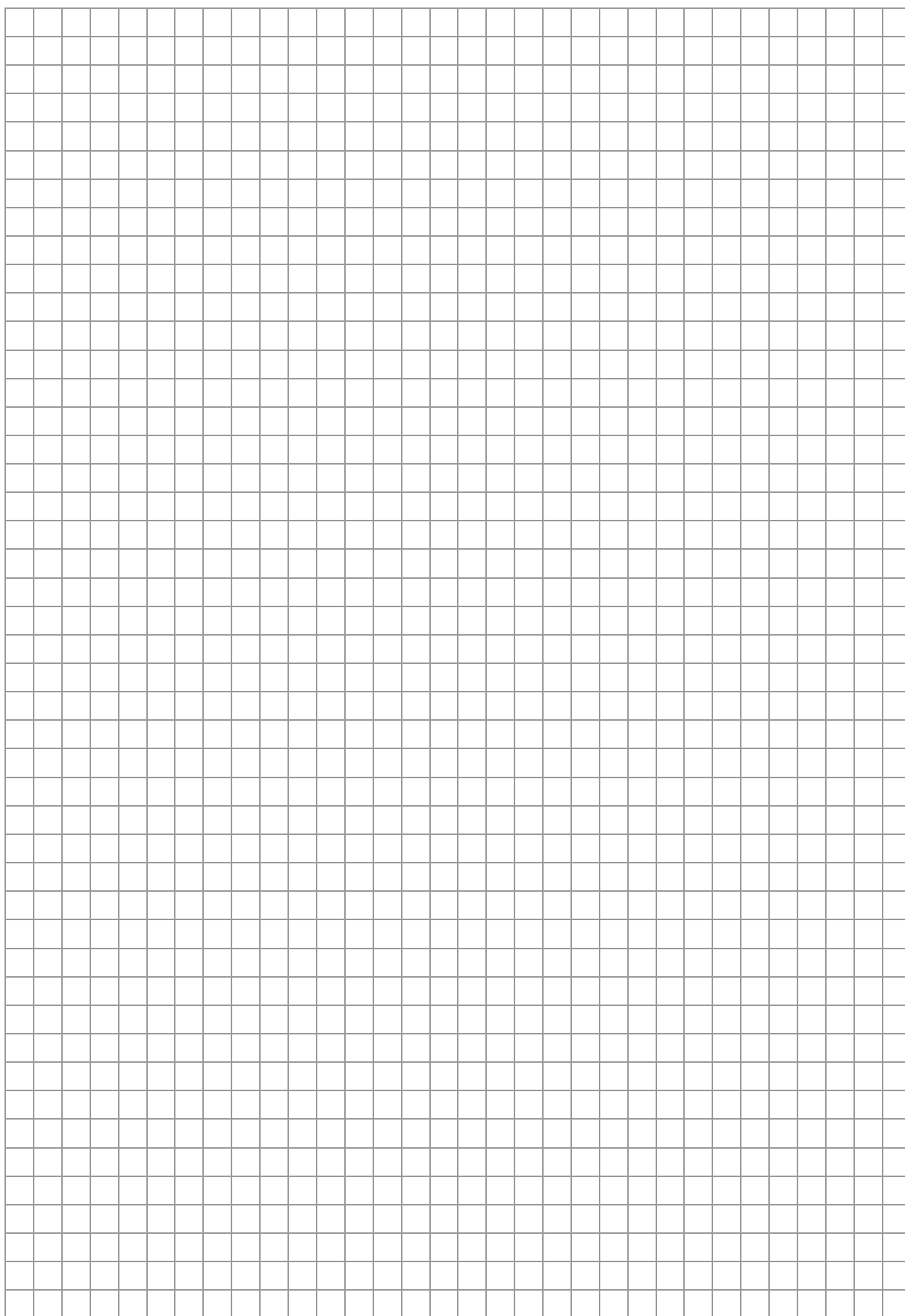








**BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)**



**EGZAMIN MATURALNY  
W ROKU SZKOLNYM 2015/2016**

**FORMUŁA OD 2015  
(„NOWA MATURA”)**

**FIZYKA  
POZIOM ROZSZERZONY**

**ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ  
ARKUSZ MFA-R1**

**MAJ 2016**

*Uwaga: Akceptowane są wszystkie odpowiedzi merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania.*

**Zadanie 1.1. (0–5)**

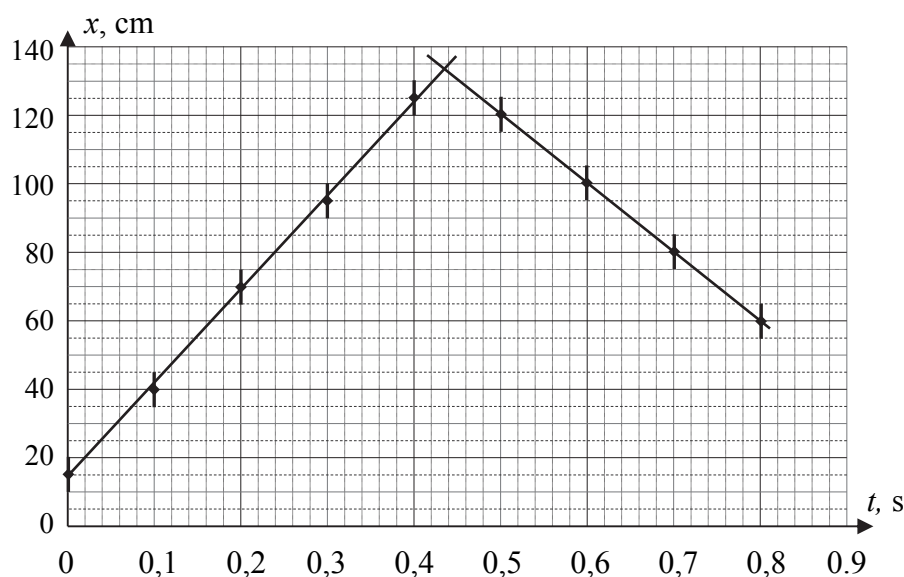
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
Gdy wymaganie dotyczy III etapu edukacyjnego, dopisano (III etap).	Gdy wymaganie dotyczy materiału gimnazjum, dopisano (G), a gdy zakresu podstawowego IV etapu, dopisano (P).
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel [...].	12.2. Zdający samodzielnie wykonuje poprawne wykresy [...]. 12.4. Zdający interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią [...], także za pomocą wykresu.

**Schemat punktowania**

- a)
- 3 p. – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawne naniesienie punktów wraz z niepewnościami, narysowanie prostych zgodnych z punktami.
  - 2 p. – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawne naniesienie punktów wraz z niepewnościami.
  - 1 p. – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawne naniesienie punktów lub
    - poprawne opisanie i wyskalowanie osi, błędne naniesienie jednego punktu (tylko jednego), poprawne naniesienie niepewności.
  - 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów (m.in. zamiana osi wykresu).
- b)
- 2 p. – odczytanie z wykresu i napisanie poprawnej wartości czasu odbicia oraz położenia wózka.
  - 1 p. – odczytanie z wykresu i napisanie poprawnej wartości czasu odbicia lub
    - odczytanie z wykresu i napisanie poprawnej wartości położenia wózka.

**Poprawna odpowiedź**

a) Narysowanie wykresu – zob. poniżej.



b) Odczytanie z wykresu i napisanie poprawnej wartości czasu odbicia (od 0,40 s do 0,46 s) oraz położenia wózka (od 125 do 140 cm).

**Zadanie 1.2. (0–1)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel, wykresów [...].	3.5. Zdający stosuje zasadę zachowania energii [...] do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.
---	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawna odpowiedź i uzasadnienie.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

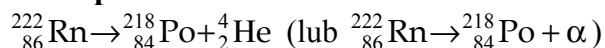
Zderzenie nie było doskonale sprężyste, gdyż wózek po odbiciu miał mniejszą prędkość niż przed odbiciem (można to wywnioskować z wykresu lub z tabeli).

**Zadanie 2.1. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	3.5 (P). Zdający opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku [...].
--	--

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne zapisanie schematu reakcji.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź****Zadanie 2.2. (0–1)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	3.2 (P). Zdający posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania [...].
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B 1

**Zadanie 3.1. (0–1)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1.8. Zdający wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

A 3

**Zadanie 3.2. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	3.3. Zdający wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B 2

**Zadanie 3.3. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	2.9. Zdający uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii. 3.3. Zdający wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.
--	---

**Schemat punktowania**

- 2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.  
1 p. – zastosowanie zasady zachowania energii w postaci  $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$ .  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawna odpowiedź**

Obowiązuje zasada zachowania energii w postaci  $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$ . Po podstawieniu  $I = \frac{2}{5}mR^2$  i  $\omega = v/R$  obliczamy wartość prędkości kulki

$$v = \sqrt{\frac{10}{7}gh} = 1,67 \text{ m/s.}$$

**Zadanie 4.1. (0–2)**

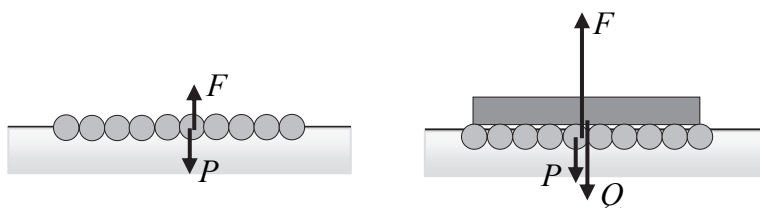
I (III etap). Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	1.4 (G). Zdający opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona. 3.9 (G). Zdający wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesasa.
--	---

**Schemat punktowania**

- 2 p. – poprawne oba rysunki (siły  $\vec{P}$  jednakowe, siła  $\vec{F}$  na lewym rysunku o tej samej wartości, co siła  $\vec{P}$ , siła  $\vec{F}$  na prawym rysunku o wartości równej sumie wartości sił  $\vec{P}$  i  $\vec{Q}$ ).  
1 p. – narysowanie na lewym rysunku dwóch równoważących się sił  $\vec{P}$  (w dół) i  $\vec{F}$  (w górę) przyłożonych do tratwy lub  
– dorysowanie na prawym rysunku siły  $\vec{P}$  (w dół) i siły  $\vec{F}$  (w górę, o wartości równej w przybliżeniu sumie wartości  $\vec{P}$  i  $\vec{Q}$ ).  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Narysowanie i oznaczenie na każdym rysunku wektorów ciężaru tratwy  $\vec{P}$  i działających na nią sił wyporu  $\vec{F}$  – zob. poniżej.



### Zadanie 4.2. (0–4)

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1.1. Zdający [...] wykonuje działania na wektorach. 3.3 (G). Zdający posługuje się pojęciem gęstości. 3.9 (G). Zdający wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimidesa.
--	---

### Schemat punktowania

4 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.

3 p. – poprawna metoda rozwiązania, tzn. wyprowadzenie wzoru  $m_t = 10 \cdot S \cdot L \cdot (0,75\rho_w - \rho_t)$  lub przekształcenia równoważne.

2 p. – napisanie warunku równoważenia się siły wyporu i siły grawitacji w postaci  $\rho_w \cdot g \cdot V_z = (m_t + m)$  lub równoważnej oraz napisanie wyrażenia  $V_z = 0,75 V$  lub równoważnego lub

– napisanie warunku równoważenia się siły wyporu i siły grawitacji w postaci  $\rho_w \cdot g \cdot V_z = (m_t + m)g$  lub równoważnej oraz napisanie wyrażenia  $m_t = \rho_t \cdot V$  lub równoważnego.

1 p. – napisanie warunku równoważenia się siły wyporu i siły grawitacji.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Z warunku równoważenia się siły wyporu i siły grawitacji wynika, że  $\rho_w \cdot g \cdot V_z = (m_t + m)g$ . Podstawiamy  $V_z = 0,75 V = 0,75 \cdot 10 \cdot S \cdot L$  i  $m_t = \rho_t \cdot V = \rho_t \cdot 10 \cdot S \cdot L$  i obliczamy

$$m_t = 10 \cdot S \cdot L \cdot (0,75\rho_w - \rho_t) = 210 \text{ kg.}$$

### Zadanie 5.1. (0–2)

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.8. Zdający przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego [...].
--	---

### Schemat punktowania

2 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.

1 p. – poprawne zaznaczenie 1 P, 2 P lub

– poprawne zaznaczenie 3 F, 4 F.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

1 P, 2 P, 3 F, 4 F

**Zadanie 5.2. (0–1)**

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.8. Zdający przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego [...]. 3.6 (G). Zdający posługuje się pojęciem ciśnienia [...].
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

C 1

**Zadanie 6. (0–1)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci rysunków.	1.7 (P). Zdający wyjaśnia, dlaczego planety widziane z Ziemi przesuwały się na tle gwiazd.
--	--

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne wskazanie planety oraz poprawne uzasadnienie.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

Spośród obiektów zaznaczonych literami A–C planetą jest obiekt A, ponieważ tylko on zmienił swoje położenie.

**Zadanie 7. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1.9 (P). Zdający opisuje [...] zasadę pomiaru odległości do najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej.
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

1 F, 2 P, 3 F

**Zadanie 8.1. (0–3)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...] i rysunków.	6.3. Zdający oblicza okres drgań [...] wahadła matematycznego. 6.4. Zdający interpretuje wykresy zależności położenia [...] od czasu w ruchu drgającym.
---	--

**Schemat punktowania**

- 3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawne wyniki.  
2 p. – poprawne obliczenie okresu drgań oraz prędkości taśmy  
lub  
– poprawne obliczenie okresu drgań oraz maksymalnej prędkości naczynia.  
1 p. – poprawne obliczenie okresu drgań  
lub  
– poprawna metoda obliczenia prędkości taśmy (zgodnie ze wzorem  $v = \frac{s}{1,5T}$ )



lub

– poprawna metoda obliczenia maksymalnej prędkości naczynia oraz poprawne odczytanie z rysunku amplitudy drgań.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Ze wzoru  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  obliczamy okres drgań  $T = 1,74$  s. Ponieważ w czasie, gdy taśma pokonała zaznaczoną na rysunku odległość  $s$ , wahadło wykonało półtora okresu drgań, prędkość taśmy wynosi  $v = \frac{s}{1,5T} = 11,5$  cm/s. Amplitudę drgań można oszacować jako połowę szerokości taśmy (lub nieco mniej), czyli  $A \approx 7$  cm. Stąd wynika wartość maksymalnej prędkości naczynia  $v_{\max} = A \frac{2\pi}{T} \approx 25$  cm/s.

### Zadanie 8.2. (0–1)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...] i rysunków.	6.1. Zdający analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych) [...].
---	--

### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Poprawna odpowiedź

C 1

### Zadanie 9. (0–2)

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	6.13. Zdający opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.
--	---

### Schemat punktowania

2 p. – napisanie, że efekt Dopplera występuje wyraźnie dla prędkości źródła porównywalnej z prędkością fali, oraz napisanie, że prędkość karetki jest znacznie mniejsza od prędkości światła.

1 p. – napisanie, że efekt Dopplera występuje wyraźnie dla prędkości źródła porównywalnej z prędkością fali  
lub

– napisanie, że prędkość karetki jest znacznie mniejsza od prędkości światła.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Wielkość efektu Dopplera zależy od stosunku prędkości źródła fali do prędkości fali. Prędkość karetki pogotowia stanowi kilka procent prędkości dźwięku, ale prędkość światła jest ok. miliona razy większa od prędkości dźwięku i dlatego dla światła efekt Dopplera, mimo że występuje, jest trudny do wykrycia.

**Zadanie 10.1. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1.1. Zdający [...] wykonuje działania na wektorach. 7.2. Zdający posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego.
--	---

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawna konstrukcja wektora  $\vec{E}$ .

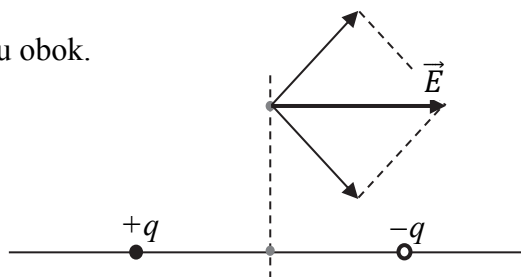
1 p. – narysowanie poprawnego wektora  $\vec{E}$ , brak poprawnej konstrukcji lub

– przeciwne zwroty wszystkich wektorów, kierunki i konstrukcja poprawne.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawna odpowiedź**

Konstrukcja wektora natężenia pola jak na rysunku obok.

**Zadanie 10.2. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1.1. Zdający [...] wykonuje działania na wektorach. 7.3. Zdający oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego.
--	--

**Schemat punktowania**

2 p. – obliczenie wartości natężenia pola.

1 p. – poprawna metoda obliczenia wartości natężenia pola wytwarzanego przez pojedynczy ładunek  $q$  (z podstawieniem  $r = 0,5d$ ) lub

– uwzględnienie, że całkowite natężenie pola ma wartość dwukrotnie większą od natężenia pola pojedynczego ładunku.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawna odpowiedź**

Zgodnie ze wzorem  $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  wartość natężenia pola jednego z danych ładunków w punkcie B wynosi 360 N/C. Całkowite natężenie pola ma wartość dwukrotnie większą, czyli 720 N/C (lub 720 V/m).

**Zadanie 10.3. (0–2)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] i rysunków.	7.6. Zdający przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola.
--	--

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawne obie odpowiedzi.

1 p. – poprawna jedna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawna odpowiedź**

a) Dipol obróci się w lewo (lub obróci się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara).

- b) Dipol będzie przesuwiał się w lewo (lub będzie wciągany w obszar silniejszego pola elektrostatycznego).

#### Zadanie 10.4. (0–3)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...] i rysunków.	12.7. Zdający szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń [...].
---	--

#### Schemat punktowania

- 3 p. – przyjęcie długości dipola równej od  $0,1 \cdot 10^{-10}$  m do  $1,3 \cdot 10^{-10}$  m, przemnożenie przez ładunek elementarny i oszacowanie momentu dipolowego (od 0,5 D do 6,3 D).  
 2 p. – poprawne oszacowanie momentu dipolowego w jednostkach C·m (od  $1,6 \cdot 10^{-30}$  C·m do  $2 \cdot 10^{-29}$  C·m), błąd lub brak przeliczenia na debaje.  
 1 p. – oszacowanie długości dipola jako równej od  $0,1 \cdot 10^{-10}$  m do  $1,3 \cdot 10^{-10}$  m i zastosowanie jej we wzorze  $p = e \cdot d$ .  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

#### Poprawna odpowiedź

Moment dipolowy można oszacować jako iloczyn ładunku elementarnego i odległości ładunków rzędu  $6 \cdot 10^{-11}$  m (ok. połowa odległości między jądrami wodoru i chloru).  
 Otrzymujemy

$$p \approx 10^{-29} \text{ C} \cdot \text{m} \approx 3 \text{ D.}$$

*Uwaga: Odległość pomiędzy jądrami jest górną granicą szacowania długości dipola. W rozwiązaniu dopuszczalne jest przyjęcie tej długości jako kilkakrotnie mniejszej.*

#### Zadanie 11. (0–3)

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	5.2. Zdający opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną.
--	--

#### Schemat punktowania

- 3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.  
 2 p. – zastosowanie prawa przemiany izobarycznej w postaci  $\frac{125}{\Delta T + 22} = \frac{144}{\Delta T + 68}$  lub równoważnej lub  
 – poprawna metoda oparta na proporcjonalności  $V$  do  $T$  (z odwołaniem do przemiany izobarycznej), błąd obliczeń.  
 1 p. – zapisanie prawa przemiany izobarycznej lub  
 – stwierdzenie, że objętość zmienia się proporcjonalnie do temperatury lub  
 – obliczenie przyrostu objętości, gdy temperatura zmienia się o  $1^\circ\text{C}$  (lub przyrostu temperatury, gdy objętość zmienia się o  $1 \text{ cm}^3$ ).  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

#### Przykłady poprawnej odpowiedzi

- Stosujemy prawo przemiany izobarycznej w postaci  $\frac{125}{\Delta T + 22} = \frac{144}{\Delta T + 68}$  (gdzie  $\Delta T$  jest przesunięciem skali Celsjusza względem skali Kelvina) i obliczamy  $\Delta T = 281^\circ\text{C}$  (lub  $281 \text{ K}$ ). Zatem  $0 \text{ K} = -281^\circ\text{C}$ .

- W przemianie izobarycznej objętość zmienia się proporcjonalnie do temperatury. Obliczamy przyrost objętości, gdy temperatura zmienia się o 1 °C:

$$\frac{144 - 125}{68 - 22} = \frac{19}{46} = 0,413 \text{ cm}^3.$$

Obliczamy temperaturę, w której objętość zmaleje do zera:

$$0 \text{ K} = 22 \text{ °C} - \frac{125}{0,413} \text{ °C} = -281 \text{ °C}.$$

### Zadanie 12. (0–4)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] rysunków.	10.6. Zdający stosuje prawa odbicia i załamania fal [...].
--	--

#### Schemat punktowania

- a) 2 p. – poprawna metoda obliczenia  $n_I$  i poprawny wynik.  
 1 p. – poprawna identyfikacja kątów padania i załamania, zastosowanie prawa załamania, błąd lub brak obliczeń.  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.
- b) 1 p. – stwierdzenie, że  $n_{II} < n_I$ , oparte na porównaniu kątów padania i załamania lub na poprawnych wynikach a) i c).  
 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.
- c) 1 p. – poprawna metoda obliczenia  $n_{II}$  i poprawny wynik lub  
 – poprawna metoda obliczenia  $n_{II}$ , wynik obliczenia błędny wyłącznie z powodu błędu popełnionego w punkcie a).  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

#### Poprawna odpowiedź

Na rysunku zaznaczono kąty między promieniami a krawędziami pryzmatów. Do prawa załamania należy podstawiać kąty między promieniami a normalnymi do krawędzi, czyli odjąć dane kąty od 90°.

a) Obliczamy  $n_I = \frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ} = 1,88$ .

b) Szkło pryzmatu II ma mniejszy współczynnik załamania od szkła pryzmatu I, ponieważ promień załamany w pryzmacie II jest odchylony od normalnej bardziej niż promień padający.

c) Obliczamy  $\frac{n_I}{n_{II}} = \frac{\sin 25^\circ}{\sin 20^\circ} = 1,236$  (lub 1,24) oraz  $n_{II} = 1,52$ .

### Zadanie 13. (0–1)

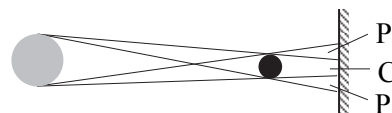
III (III etap). Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.	7.2 (G). Zdający wyjaśnia powstawanie obszarów cienia i półcienia [...].
---	--

#### Schemat punktowania

- 1 p. – poprawna konstrukcja i zaznaczenie obszarów cienia i półcienia.  
 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Poprawna odpowiedź

Zaznaczenie obszarów cienia i półcienia jak na rysunku obok.



### Zadanie 14.1. (0–2)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] wykresów i schematów.	8.4. Zdający stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.
--	---

### Schemat punktowania

2 p. – wszystkie podkreślenia poprawne.

1 p. – oba poprawne podkreślenia w pierwszym zdaniu  
lub

– oba poprawne podkreślenia w drugim zdaniu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Podkreślenie w zdaniu pierwszym: „zmniejszenie się” i „zmniejszenie się” a w zdaniu drugim „zmniejszenie się” i „zmniejszy się”.

### Zadanie 14.2. (0–4)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] wykresów i schematów. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	8.4. Zdający stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych. 8.5. Zdający oblicza opór zastępczy [...].
--	---

### Schemat punktowania

4 p. – poprawne obliczenie oporu termistora oraz napisanie poprawnej temperatury wody.

3 p. – poprawne obliczenie oporu termistora  
lub

– poprawna metoda obliczenia oporu termistora, błąd rachunkowy, odczytanie z wykresu temperatury zgodnej z otrzymaną wartością oporu.

2 p. – poprawna metoda wyznaczenia wartości natężenia prądu płynącego przez opornik oraz poprawna metoda wyznaczenia wartości napięcia na termistorze

lub

– poprawne zastosowanie prawa Ohma do całego obwodu (opór zastępczy) oraz poprawne zastosowanie prawa Ohma do jednego z oporników.

1 p. – poprawna metoda wyznaczenia wartości natężenia prądu płynącego przez opornik  
lub

– poprawna metoda wyznaczenia wartości napięcia na termistorze

lub

– poprawne zastosowanie prawa Ohma do całego obwodu (opór zastępczy).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Przykłady poprawnej odpowiedzi

- Natężenie prądu płynącego przez opornik wynosi  $I_R = \frac{U_R}{R} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ , a napięcie na termistorze  $U_t = U_C - U_R = 12 - 3 = 9 \text{ V}$ . Termistor i opornik  $R$  są połączone szeregowo, czyli przez oba elementy płynie prąd o takim samym natężeniu. Stosując prawo Ohma,

obliczamy opór termistora  $R_t = \frac{U_t}{I_t} = \frac{9}{6 \cdot 10^{-3}} = 1500 \Omega$  i odczytujemy z wykresu wartość temperatury odpowiadającej temu oporowi  $T = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- Natężenie prądu w obwodzie wyznaczamy z zależności:

$$I = \frac{U_C}{R + R_t} = \frac{12 \text{ V}}{500 \Omega + R_t}$$

Iloczyn  $I \cdot R$  jest napięciem wskazywanym przez woltomierz. Z równania

$$\frac{12 \text{ V}}{500 \Omega + R_t} \cdot 500 \Omega = 3 \text{ V}$$

obliczamy opór termistora  $R_t$ , a następnie odczytujemy z wykresu temperaturę  $T$ .

### Zadanie 14.3. (0–1)

I (III etap). Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	4.10 (G). Zdający posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego.
--	--

#### Schemat punktowania

1 p. – poprawne wyjaśnienie, uwzględniające ogrzewanie termistora wskutek przepływu prądu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Poprawna odpowiedź

Przepływ prądu spowoduje ogrzewanie termistora wskutek wydzielania ciepła Joule'a. Mierzona temperatura termistora nie będzie równa temperaturze otoczenia.

### Zadanie 15.1. (0–3)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...].	4.6. Zdający wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej; oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich.
--	--

#### Schemat punktowania

3 p. – poprawna metoda obliczenia prędkości ucieczki i poprawny wynik.

2 p. – zastosowanie wzoru  $v_{uc} = \sqrt{\frac{2GM_S}{r}}$ , w którym poprawnie podstawiono masę Słońca oraz odległość  $r$   
lub

– zastosowanie wzoru  $v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$  do II prędkości kosmicznej oraz do ucieczki

przedstawionej w zadaniu, wyprowadzenie wzoru  $v_{uc} = v_{II} \sqrt{\frac{M_S}{M_Z} \frac{R_Z}{R_{orb}}}$   
lub

– stwierdzenie, że  $v_{uc} = \sqrt{2} \cdot v = \sqrt{2} \cdot \frac{2\pi r}{T}$ , gdzie  $v$  jest prędkością Ziemi na orbicie, poprawne podstawienie okresu obiegu Ziemi wokół Słońca  $T$  i promienia orbity Ziemi  $r$ .

1 p. – zapisanie wzoru  $v_{uc} = \sqrt{\frac{2GM_S}{r}}$   
lub

– stwierdzenie, że  $v_{uc} = \sqrt{2} \cdot v = \sqrt{2} \cdot \frac{2\pi r}{T}$ , gdzie  $v$  jest prędkością Ziemi na orbicie.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Przykłady poprawnej odpowiedzi

- Prędkość ucieczki  $v_{uc}$  można obliczyć ze wzoru na II prędkość kosmiczną, podstawiając masę Słońca wg tekstu zamiast masy Ziemi oraz odległość równą jednostce astronomicznej zamiast promienia Ziemi. Zatem

$$v_{uc} = \sqrt{\frac{2GM_S}{r}} \approx \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2} \cdot 336000 \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{150 \cdot 10^9 \text{ m}}} = 42 \text{ km/s.}$$

- Stosujemy wzór  $v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$  dwukrotnie – do II prędkości kosmicznej (ucieczki z powierzchni Ziemi) oraz do prędkości ucieczki opisanej w zadaniu. Stąd wyprowadzamy związek  $v_{uc} = v_{II} \sqrt{\frac{M_S}{M_Z} \frac{R_Z}{R_{orb}}}$ . Po podstawieniu II prędkości kosmicznej, masy Ziemi i promienia Ziemi z tablic oraz masy Słońca obliczamy  $v_{uc} \approx 42 \text{ km/s}$ .
- Prędkość ucieczki jest równa  $v_{uc} = \sqrt{2} \cdot v = \sqrt{2} \cdot \frac{2\pi r}{T}$ , gdzie  $v$  jest prędkością Ziemi na orbicie (związek ten jest analogiczny do związku między I a II prędkością kosmiczną). Do tej zależności podstawiamy okres obiegu Ziemi wokół Słońca  $T = 1 \text{ rok} \approx 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$  i promień orbity Ziemi  $r \approx 150 \cdot 10^9 \text{ m}$ , otrzymując  $v_{uc} \approx 42 \text{ km/s}$ .

### Zadanie 15.2. (0–1)

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.8. Zdający przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego [...].
--	---

### Schemat punktowania

1 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Poprawna odpowiedź

Szukaną prędkość obliczamy z zależności  $v_{\max} = v + 2v_J$ . Otrzymujemy

$$v_{\max} = 10 \frac{\text{km}}{\text{s}} + 2 \cdot 13 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{s}}.$$

**Zadanie 15.3. (0–1)**

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	3.5. Zdający stosuje zasadę zachowania energii [...] do opisu zderzeń.
--	--

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

C

**Zadanie 15.4. (0–1)**

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.8. Zdający przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego [...]. 3.5. Zdający stosuje zasadę zachowania energii [...] do opisu zderzeń.
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

1 P, 2 F, 3 P

**Zadanie 16. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	9.12. Zdający opisuje budowę i zasadę działania prądnicy [...]. 9.13. Zdający opisuje prąd przemienny [...].
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B