

CKE Przykładowy zestaw zadań

W grudniu 2013 roku Centralna Komisja Egzaminacyjna wydała instruktorzowy dokument zatytułowany *Egzamin maturalny od roku szkolnego 2014/2015 – fizyka, poziom rozszerzony. Przykładowy zestaw zadań*. Ukazały się też rozwiązania tych zadań wraz ze schematami punktowania (http://www.cke.edu.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Przykladowe_arkusze/2015/fizyka_PR/fizyka_PR_A1.pdf).

Zestaw zawiera 23 zadania, za które autorzy przyznają od 1 do 10 punktów (łącznie 60). W zestawie znajduje się: 13 zadań otwartych (w tym jedno wieloelementowe za 10 punktów – zad. 3), 5 zadań testowych zamkniętych (z czterema lub pięcioma odpowiedziami do wyboru, jedna poprawna) oraz 5 zadań o nowej konstrukcji (w tym 2 zadania wymagające przyporządkowania, 1 zadanie typu prawda/fałsz i jedno zadanie mieszane, częściowo otwarte). Jedno z zadań otwartych (23) sprawdza rozumienie tekstu popularnonaukowego.

W rozwiązaniach każdemu zadaniu (prócz liczby punktów za każdy jego element) przyporządkowano wymaganie ogólne oraz wymaganie szczegółowe, które zadanie sprawdza. Umieszczone w tabelach wymagania są dokładnymi cytatami z podstawy programowej.

Przykładowy zestaw zawiera w większości zadania dobre. W szczególności pozytywnie oceniamy fakt, że rozwiązanie zadań nie wymaga zbyt czasochłonnych obliczeń. W zestawie pojawiły się polecenia wyjaśniania obserwowanych zjawisk. Podoba nam się także zapisywanie jednostek w nawiasach okrągłych, a nie – tak jak dotychczas – w nawiasach kwadratowych.

Niektóre tematy zadań lub/i rozwiązania wymagają jednak komentarzy, które zamieszczamy w Części I tego opracowania. Dwa zadania (5 i 6), a w szczególności ich rozwiązania oceniamy zdecydowanie negatywnie. Szczegółowe ich omówienie jest zawarte w Części II.

Część I

Zadanie 1

Nie wiemy, co oznacza w rozwiązaniu sformułowanie: „wyznaczenie lub obliczenie zasięgu”.

Zadanie 2

Jest to zadanie testowe, które dotyczy zderzenia sprężystego i niesprężystego kulki ze ścianą. Niezbyt podoba nam się sformułowanie: „pęd przekazywany ścianie”. Uczniowi może się wydać niezrozumiały fakt, że ściana nie została wprawiona w ruch mimo, że został jej przekazany pęd. Piszemy o tym dlatego, aby nauczyciel używający takiego języka uświadomił sobie wątpliwości ucznia. Gdyby ściana nie była umocowana, to tylko w przypadku nieskończonej wielkiej masy po uderzeniu kulką mogłaby mieć prędkość równą zero. W rzeczywistości każda ściana jest umocowana, dlatego podczas zderzenia z kulką na układ działa siła zewnętrzna od ciał mocujących ścianę, co powoduje, że pęd układu nie jest zachowany i sprawa dodatkowo się komplikuje.

Z naszych nauczycielskich doświadczeń wynika, że lepiej to zjawisko wyjaśniać tak: Podczas uderzenia kulka działa na ścianę pewną siłą; z III zasady dynamiki wynika, że ściana działa na kulkę siłą przeciwną, która zmienia pęd kulki. W przypadku zderzenia sprężystego pęd kulki zmienia się na przeciwny, zatem wartość wektora zmiany jej pędu wynosi $2mv$, w przypadku zderzenia niesprężystego wartość jej zmiany pędu jest równa mv . Ścianą nie musimy się wtedy zajmować. Tak więc w tym zadaniu zapytalibyśmy raczej o **wartość zmiany pędu kulki**.

Zadanie 3

Czy to nie przesada – obarczanie wyniku pomiaru wysokości tej części walca, która wystaje ponad powierzchnię cieczy, niepewnością wynoszącą aż 0,2 cm? Ale daliśmy się przekonać, że jest to uzasadnione. Dziwi jednak ostatni wynik; czy nie popełniono tam grubego błędu?

Mamy nadzieję, że gdyby uczeń dopasował nieco inną prostą do naniesionych prawidłowo punktów i otrzymał nieco inną wartość współczynnika A, nie zostałyby to uznane za błąd.

W rozwiązaniu części 3.3 brak jednostek; w rozwiązaniu wzorcowym nie powinno się przyrównywać liczby niemianowanej do liczby z jednostką (niestety dość często zdarza się to w arkuszach maturalnych CKE).

Zadanie 5

Tak jak w rozwiązaniu poprzedniego zadania liczba niemianowana przyrównana jest do liczby z jednostką. Szczegółowe uwagi na temat tego zadania w Części II.

Zadanie 7

Zachęcamy do tego, by nie używać pojęcia pracy wykonanej „przeciwko sile”. Zwracamy uwagę, że definiując pracę w mechanice informujemy uczniów, że pracę wykonuje siła lub ciało, które tą siłą działa lub też pole, które działa tą siłą. Nie mówimy wtedy, że praca jest wykonana „przeciwko sile”. Warto tę konsekwencję zachować i starać się nie używać takiego sformułowania.

Zadanie 9

Dlaczego za to zadanie uczeń może otrzymać maksymalnie 1 punkt? Przecież dokonuje kilku wyborów.

Zastanawiamy się, jak rozumieć w tym przypadku wymaganie szczegółowe: „Zdający wyjaśnia przepływ ciepła”? Co to ma wspólnego z ciepłem? Czyżby ciepło wypływało wraz z wypompowywanym powietrzem?!

Zadanie 10

Nie wiadomo, dlaczego drugą metalową płytkę „zaczęto przesuwac”(?) trzymając za uchwyt z izolatora, zamiast ją uziemić – efekt byłby wówczas silniejszy.

Opisane doświadczenie wykonuje się zwykle w celu pokazania, że pojemność przewodnika rośnie podczas zbliżania do niego innego (uziemionego) przewodnika. W Podstawie programowej czytamy, że uczeń „posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora”. Dlaczego więc obawiano się użyć tego pojęcia w rozwiązaniu? Z Podstawy programowej nie wynika, w jaki sposób uczeń „posługuje się” pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora, skoro nie posługuje się ani pojęciem napięcia, ani potencjału elektrycznego, bo o nich w podstawie się nie wspomina! Jednak może się zdarzyć, że uczeń wyjaśni zjawisko inaczej niż wyobrażali sobie autorzy rozwiązania. I jak wówczas postąpimy?

W rozwiązaniu zadania 10 mówi się o „oddziaływaniu naładowanego elektroskopu z nasuwaną płytką, w której powstaje nierównomierny rozkład ładunku”. Jest to bardzo dziwny język – nie zostało ani raz użyte pojęcie pola elektrostatycznego mimo, że w cytowanym wymaganiu szczegółowym pojęcie to występuje. Owego tajemniczego „oddziaływania” elektroskopu z płytką nie nazwano elektryzowaniem przez indukcję. Czyżby uczeń polskiej szkoły, zdający maturę z fizyki na poziomie rozszerzonym nie znał tego pojęcia?

Być może przyczyną takiego dziwactwa są wyraźne luki i niezwykle niechlujstwo sformułowań zawartych w podstawie programowej, co oczywiście wymaga totalnej krytyki! (Patrz wystąpienie Barbary Sagnowskiej na konferencji 13.10.2014: <http://www.wsip.pl/e-konferencje/publikacje-zamkor-u-w-ofercie-wydawnictw-szkolnych-pedagogicznych/>).

Zadanie 11

Aby otrzymać maksymalną liczbę punktów uczeń powinien rozpocząć odpowiedź od stwierdzenia, że w tym ruchu rolę siły dośrodkowej spełnia siła grawitacji.

To zadanie uczeń mógłby rozwiązać w nieco inny sposób, np. tak:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^n} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{r^{n-1}}$$
$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad \text{zatem} \quad \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM}{r^{n-1}}$$
$$\frac{r^2 r^{n-1}}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = \text{const} \quad \frac{r^{n+1}}{T^2} = \text{const}$$

Z III prawa Keplera:

$$\frac{r^3}{T^2} = \text{const} \quad \text{zatem} \quad r^{n+1} = r^3 \Rightarrow n = 2$$

Mamy nadzieję, że uczeń, rozwiązując zadanie w inny sposób, otrzyma także maksymalną liczbę punktów.

Zadanie 12

„Wybierz możliwą **zmierzoną** zmianę wartości napięcia”... Ale przecież woltomierz nie mierzy zmiany napięcia.

Zadanie 19

W temacie brak polecenia obliczenia odbieranej częstotliwości, lecz tylko długości fali. Obliczenie f_{odb} nie jest zatem konieczne. Aby otrzymać maksymalną liczbę punktów wystarczy wyprowadzić wzór:

$$\lambda = \frac{v - v_{\text{zr}}}{f}$$

i podstawić dane liczbowe.

Godne pożałowania są sformułowania w tabeli: „ \vec{B}_1 jest skierowany zgodnie z kierunkiem ruchu”..., „ \vec{B}_1 jest skierowany przeciwnie do kierunku ruchu”... W istocie nie chodzi tu o żaden kierunek wektora \vec{B}_1 , (bo wiadomo, że wewnątrz zwojnicy kierunek ten jest poziomy!), lecz o zwrot. Autorom chodziło o porównanie zwrotów wektorów \vec{B}_1 i \vec{v} magnesu, chociaż – nawiasem mówiąc, co nas obchodzi porównanie zwrotów akurat tych wektorów? Czy nie byłoby sensowniej porównywać zwroty \vec{B} i \vec{B}_1 ?

Zadanie 23

W rozwiązaniu mówi się o „rozpraszaniu światła na fluktuacjach”. Jest to żargon – rozpraszanie zachodzi nie na fluktuacjach, ale na skupiskach cząsteczek.

Część II

Zadanie 5

W gruncie rzeczy jest to zadanie banalne, bo chodzi w nim o obliczenie wartości przyspieszenia samochodu o znanej masie na podstawie wykresu zależności wartości jego pędu od czasu. Wartość pędu maleje.

W rozwiązaniu czytamy (o zgrozo!), że wartość przyspieszenia samochodu jest ujemna, ujemna jest bowiem także wartość zmiany pędu. Sądziliśmy, że w nauczaniu szkolnym już raz na zawsze skończono z ujemnymi wartościami wektorów, okazało się jednak, że tak nie jest! W matematyce wartość wektora $A\vec{B}$, zwana jego długością oznaczana jest przez $|A\vec{B}|$ i jest równa pierwiastkowi z sumy kwadratów jego współrzędnych. Nie może więc być ujemna. Ujemna może być tylko współrzędna wektora. Wiadomości ucznia, zdobyte na lekcjach fizyki nie mogą być sprzeczne z jego wiedzą z matematyki. A tego się uczy na lekcjach matematyki.

Jeśli samochód porusza się po prostej wzdłuż osi x ruchem opóźnionym (zwrot prędkości zgodny ze zwrotem osi), to współrzędna wektora zmiany pędu samochodu Δp_x jest ujemna, a wartość zmiany pędu

$$|\Delta \vec{p}| = \sqrt{(\Delta p_x)^2} > 0$$

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \cdot \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad |\vec{a}| = \frac{1}{m} \cdot \frac{|\Delta \vec{p}|}{\Delta t} > 0$$

W części 5.2 zadania formułuje się polecenie: „Wyjaśnij, dlaczego na podstawie wykresu można wyciągnąć wniosek, że wypadkowa sił działających na samochód jest **skierowana** przeciwnie do wektora pędu” (wszystkie podkreślenia w tym fragmencie tekstu są nasze).

Proponowana przez autorów odpowiedź brzmi następująco: „Wartość pędu samochodu maleje w czasie (wartość przyrostu pędu jest ujemna). Wektor zmiany pędu jest więc przeciwny do **kierunku** wektora pędu, co za tym idzie siła działająca na samochód jest również **skierowana** przeciwnie do wektora pędu (wektora prędkości)”.

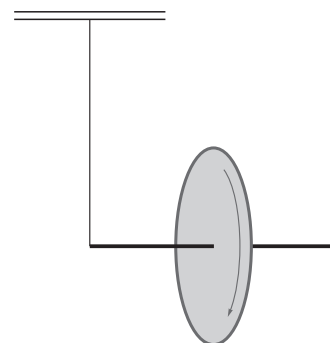
Zawarta w nawiasie informacja o ujemnej wartości przyrostu pędu jest fałszywa i zbędna! W dodatku autorzy ignorują całkowicie różnicę między kierunkiem i zwrotem wektora (nie po raz pierwszy w ogóle i nie po raz ostatni w tym zadaniu, bo zdarza się to także w następnych, na co zwracaliśmy uwagę w Części I). Uczniom, kształconym w taki sposób, wypada tylko współczuć!

Zadanie 6

Zadanie to jest zdecydowanie za trudne. Jeśli uczeń nie poznał wcześniej opisywanego doświadczenia oraz jego poprawnego wyjaśnienia, prawdopodobnie nie potrafi odpowiedzieć na pytanie 6.2. Za całe zadanie przewidziano tylko 3 punkty. Byłoby to absolutnie za mało, gdyby wymagać wyczerpującego wyjaśnienia obserwowane-

go zjawiska. Ale „wzorcowe” wyjaśnienie, proponowane w rozwiązaniu jest nierzetelne, żeby nie powiedzieć – byle jakie.

Przeanalizujmy najpierw sformułowanie samego tematu. W części 6.1 czytamy takie **fatalne** zdanie: „W trakcie ruchu układ **uzyskiwał** więc moment pędu **prostopadle** do płaszczyzny rysunku »za kartkę«”. W części 6.2 napisano: „W drugim przypadku tarcza obracała się wokół pręta z prędkością kątową o dużej wartości (rysunek).



Drugi koniec pręta puszczono. Układ pręt – tarcza nie opadł, lecz zaczął obracać się w płaszczyźnie poziomej wokół nici (zachowując poziome położenie pręta). Na rysunku zaznaczono strzałką kierunek obrotu tarczy. Wyjaśnij fizyczną przyczynę takiego zachowania się układu. Zauważ, że puszczenie końca pręta powoduje zmianę momentu pędu **opisaną wcześniej**.” (Chodzi tu o zmianę momentu pędu w przypadku, 6.1, gdy tarcza nie obracała się wokół pręta).

Taka kolejność zdań jest myląca – w sposób istotny utrudnia zrozumienie tematu; informację o kierunku obrotu tarczy należało podać zaraz po pierwszym zdaniu o obracaniu się tarczy wokół pręta.

Co to znaczy ...”powoduje zmianę momentu pędu opisaną wcześniej”? Zmiana ta jest taka sama (jest to taki sam wektor), ale realizuje się w całkiem inny sposób i to jest właśnie – naszym zdaniem – dla ucznia trudne. W pierwszym przypadku moment pędu zmieniał się tylko przez zmianę wartości, zaś w drugim moment pędu układu zmieniał się tylko przez zmianę jego kierunku, przy zachowaniu stałej wartości.

Proponowane wzorcowe odpowiedzi są wysoce niezadowolające.

6.1. „Na układ działa siła ciężkości, której moment powoduje obrót wokół końca pręta”.

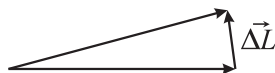
6.2. „Przed puszczeniem układ ma moment pędu wzdłuż pręta wynikający z obrotu tarczy. Puszczenie końca pręta powoduje, że zmienia się ten moment pędu. Przyrost wektora momentu pędu **jest prostopadły**, a więc oś pręta obróci się w tę stronę (zmieni kierunek).”

Do czego moment pędu jest prostopadły? W którą „tę” stronę pręt się obróci? Takie sformułowania zarówno w mowie, jak i w piśmie są niedopuszczalne.

Żeby nie poprzestać na samej krytyce, proponujemy nasze odpowiedzi:

6.1. Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego: $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$. Na układ działa siła ciężkości, której moment \vec{M} zmienia moment pędu układu od zera do pewnej wartości końcowej różnej od zera. Moment siły \vec{M} , moment pędu \vec{L} i zmiana momentu pędu $\Delta \vec{L}$ są w tym przypadku zwrócone pod kartkę.

6.2. Z obrotu tarczy wynika, że początkowy moment pędu układu jest zwrócony w prawo. Moment siły ciężkości zwrócony początkowo pod kartkę powoduje zmianę momentu pędu układu o takim samym zwrocie. Obrót układu wokół osi wyznaczonej przez nić oznacza taką właśnie zmianę momentu pędu. W tym przypadku moment pędu zmienia się poprzez zmianę jego kierunku – wektor \vec{L} obraca się wraz z prętem, dla osoby patrzącej z góry przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Rysunek przedstawia (widok z góry) zmianę momentu pędu w krótkim odstępie czasu od chwili początkowej.



Jeśli pytanie jest zbyt trudne, lepiej go nie zadawać niż przyjmować ogólnikową, nierzetelną odpowiedź. Dla procesu dydaktycznego niekorzystne jest stwarzanie sytuacji, w której uczniowi może się wydawać, że odpowiedział poprawnie – w tym przekonaniu utwierdza go fakt, że otrzymał maksymalną liczbę punktów. Taka sytuacja wpływa też demoralizująco na nauczycieli.