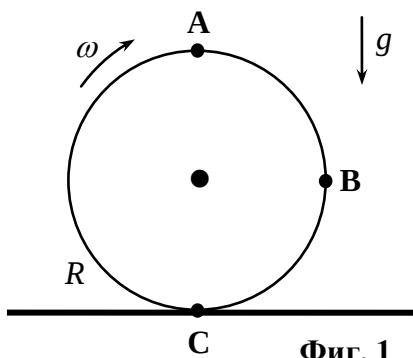


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА

Ловеч, 5 април 2016 г.

Тема за възрастова група 10.–12. клас

Задача 1. Буксуваща гума.



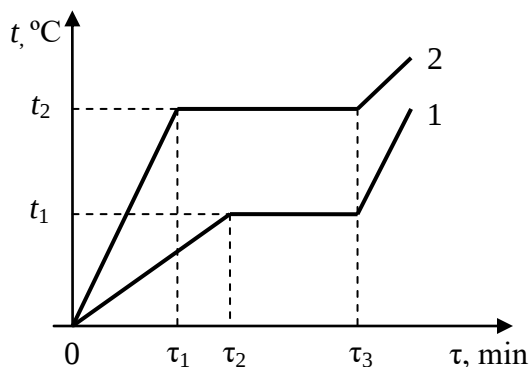
Автомобилна гума с външен радиус R буксува върху кална хоризонтална повърхност, при което от всички точки от околната повърхнина на гумата излитат капки. Гумата се върти на едно място с ъглова скорост ω ($\omega^2 > g/R$), както е показано на фиг. 1. Земното ускорение е g . Съпротивлението на въздуха се пренебрегва.

- а) Намерете на какво разстояние l от т. С падат на земята капките, които излитат от т. А на фигурата. [2 т.]
- б) От коя точка излитат капките, чиито траектории биха минали през т. В на чертежа? [5 т.]
- в) Намерете максималната височина на издигане $h_{\max}$ на капките над земната повърхност. [8 т.]

Задача 2. Топлина и работа.

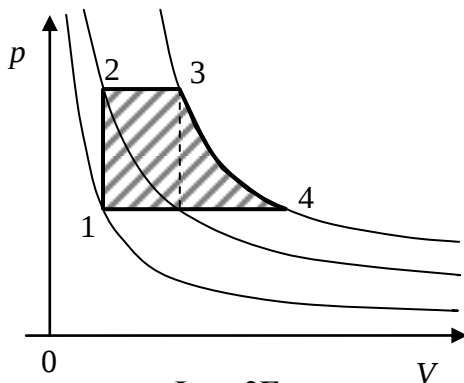
Част А. Две течности с една и съща маса са затворени в два херметични съда. Те се нагряват равномерно по един и същ начин. На фиг. 2А са показани графиките на зависимостта на температурата t на всяка една течност от времето τ за нагряване.

- а) Избройте процесите, които са представени с тези две еднотипни графики. [1,5 т.]
- б) Сравнете по графиките еднотипните топлинни характеристики на двете течности. [6,5 т.]



Фиг. 2А

Част Б. На фиг. 2Б е показана p, V - диаграма на цикличен процес 1–2–3–4–1, извършван с определено количество идеален газ. Изброените състояния лежат на три различни изотерми. Определете КПД η на топлинния двигател, работещ по изобразения цикъл, ако $T_{\max}/T_{\min} = 3$. Използвайте факта, че работата, извършена от газа при изотермно разширение, е $A = BT \ln(V_f/V_i)$, където B е газовата константа, V_f и V_i са съответно крайният и началният обем на газа. Вътрешната енергия на идеалния газ се дава с израз $U = (3/2)BT$. [7 т.]



Задача 3. Електромагнитен коктейл

Трите подусловия на задачата са независими. Всяко подусловие носи по **5 точки** – общо **15 точки** за задачата.

А) Осем еднакви точкови заряда q са закрепени във върховете на куб със страна a . Ако един от зарядите бъде преместен в центъра на куба, както е показано на фиг. 3А, намерете:

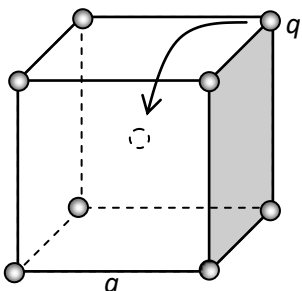
- силата, която ще действа на заряда в центъра;
- работата, която трябва да бъде извършена за преместването на заряда в центъра.

Б) Дълъг прав проводник е огънат така, че огънатата част има форма на полуокръжност с радиус R , както е показано на фиг. 3Б. По проводника тече ток I в указаната на чертежа посока.

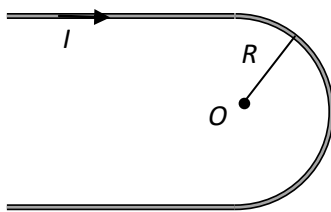
- Получете израз за магнитната индукция B в центъра на огънатата част.
- Означете на чертеж посоката на магнитната индукция.

В) На фиг. 3В е показана принципната схема на хидродинамичен генератор с морска вода. По канал с правоъгълно напречно сечение тече солена морска вода със скорост $v = 1 \text{ m/s}$. Специфичното съпротивление на морската вода е $\rho = 0,2 \Omega \cdot \text{m}$. Страничните стени на канала са две успоредни метални плочи с площ $S = 5 \text{ m}^2$ всяка. В целия обем на канала е създадено еднородно магнитно поле с индукция $B = 0,1 \text{ T}$, насочено вертикално нагоре.

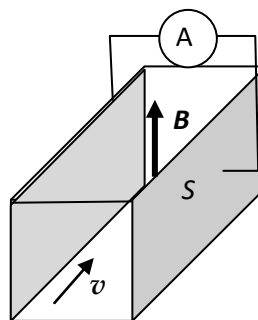
Пресметнете тока I , който ще тече в електрическата верига, ако плочите бъдат свързани накъсо с метален проводник с пренебрежимо съпротивление.



Фиг. 3А



Фиг. 3Б



Фиг. 3В

Задача 4. Вълшебни огледала



Интересна детска играчка е патентована в САЩ през 1972 год. Представява две допиращи се еднакви вдлъбнати параболични огледала (в решението приемете, че са сферични), които са обърнати с отразяващите си страни едно към друго. Поставени са така, че да лежат хоризонтално (оптичните им оси са вертикални). В средата на горното огледало има направен отвор. Ако през отвора се пусне малък предмет (на снимката е жаба), така че той да лежи в центъра на долното огледало, над повърхността на отвора на горното огледало се наблюдава изключително реалистичен тримерен образ с големина като тази на предмета (виж снимката). Този образ е получен след еднократно отражение на светлината, излъчвана от предмета, от всяко от огледалата. Нека огледалата имат диаметър D , равни фокусни разстояния f , и разстоянието между центровете им е x .

а) Изчислете на колко е равно отношението x/f . За целта приемете, че източникът е точка, намираща се на разстояние $d \ll x$ над центъра на долното огледало, а образът е точка, намираща се на същото разстояние d над центъра на горното огледало. (ако получите 2 решения, приемете по-малката стойност) [5 т.]

б) Обяснете какъв е образът – действителен (недействителен), прав (обърнат)? [1 т.]

в) Ако предметът е малка дясна ръчичка от кукла, обяснете каква ръчичка ще е образът – дясна или лява? [1 т.]

г) Изчислете отношението D/x . [3 т.]

д) Опишете как ще изглежда образът на дясната ръчичка, получен от 3 отражения в огледалата (2 от долното и 1 от горното). Къде ще се намира? Каква ръчичка ще бъде – дясна или лява? [2 т.]

е) На каква височина u трябва да се повдигне горното огледало, така че ако на дъното на долното се постави лампичка, след 2 отражения от отвора да излиза успореден сноп светлина? [3 т.]