

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ЕСЕННО НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

07 – 09 ноември 2025 г., София

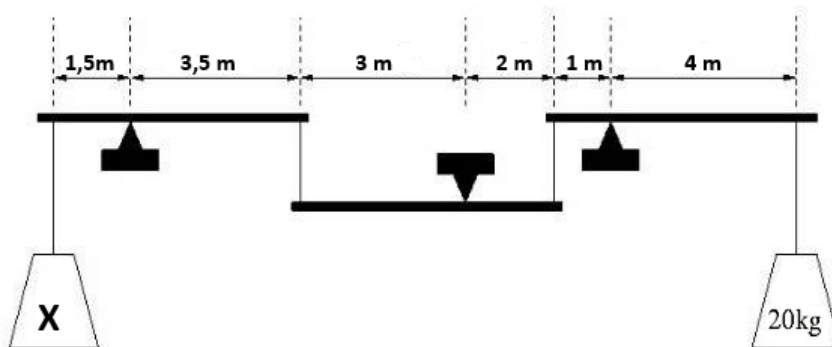
Тема за I състезателна група (7. клас)

Задача 1. Златното правило на механиката

Преди повече от 2000 години Архимед формулирал идеята, която днес наричаме „златното правило на механиката“. Легендата казва, че той заявил: „Дайте ми опора и ще повдигна Земята.“ Зад тази смела фраза стои проста, но дълбока истина: **печелим сила за сметка на пътя**. Ако искаш да вдигнеш голям товар с малка сила, трябва да „платиш“ с по-дълго движение на точката, където прилагаш усилието. Това е валидно за лоста, за макарата, за наклонената равнина, за винта, за системата „колело и ос“ — за всички прости машини. Например формулата за равновесие на лост е:

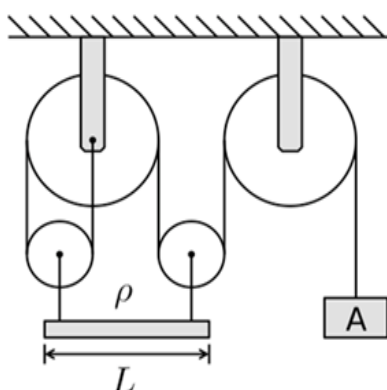
$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

1.1. [1 т.]



Колко трябва да бъде масата на товара X, за да имаме равновесие?

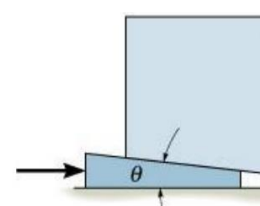
1.2. [2 т.] Еднородна дъска с дължина $L = 80$ cm, широчина $w = 20$ cm и дебелина $d = 30$ mm се поддържа хоризонтално във въздуха от леки неразтегливи нишки, завързани за двата ѝ края. Всяка от тези нишки е прикрепена към малка лека макара, която е свързана с две големи макари посредством една-единствена нишка, както е показано на фигурата. Намерете масата на теглилка A в килограми, необходима, за да се запази системата в равновесие. Плътноста на дървения материал е $\rho = 0,0005$ g/mm³.



Намерете масата на теглилка A в килограми, необходима, за да се запази системата в равновесие. Плътноста на дървения материал е $\rho = 0,0005$ g/mm³.

1.3. [2 т.]

На чертежа е показан клин, който се вкарва хоризонтално под масивен блок (товар). Горната му наклонена страна опира в



Фигура на клин

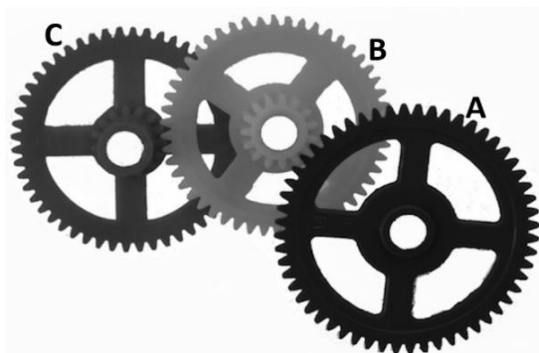
долната повърхност на блока, а клинът се движи надясно с прилагане на хоризонтална сила F . При вкарването на клина блокът се повдига вертикално. На фигурата ъгълът между горната наклонена страна на клина и хоризонталата е $\theta = 15^\circ$. Теглото на блока е $P = 1,2 \text{ kN}$. Клинът се вкарва хоризонтално с ход $s = 0,1 \text{ m}$. Намерете необходимата сила F , която трябва да се прилага върху клина. Използвайте фигурата, показваща ъгъл от 15 градуса. Триенето се пренебрегва.



Фигура на ъгъл от 15 градуса.

1.4 [2,5 т.]

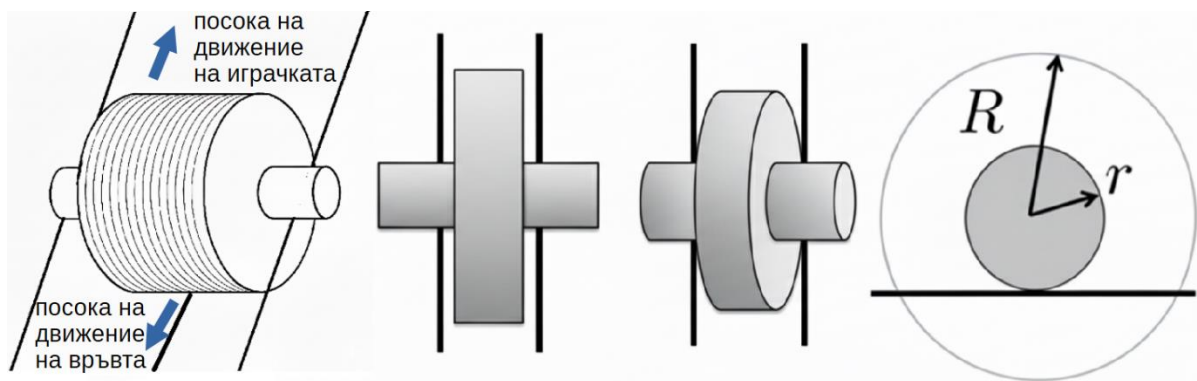
Три зъбни колела са част от механизъм, както е показано на схемата. Зъбното колело А



има 60 зъба. Зъбното колело В има две венчета: вътрешно с 15 зъба и външно с 45 зъба. Зъбното колело С има 15 зъба на своя вътрешен венец. Колелото А се върти по часовниковата стрелка и извършва пълно завъртане за 1 час. Да се определи за колко време зъбното колело С ще извърши едно пълно завъртане.

1.5 [2,5 т.]

Имам играчка, която се състои от цилиндър с радиус R , около който е навита връв. Към този цилиндър са прикрепени два по-малки цилиндъра с радиус r , които се движат по релси, както е показано на схемата ($r < R$). Когато дърпам връвта назад, играчката се движи напред. Да се приеме, че триенето е достатъчно голямо, така че няма приплъзване. Ако искам играчката да се премести напред на разстояние d , на какво разстояние $d_{\text{назад}}$ трябва да дръпна връвта назад?



ЗАДАЧА 2. Полет около Земята

Приемаме, че Земята е идеално сферична с радиус $R_{\text{Земя}} = 6390 \text{ km}$. Дадени са четири точки на Земята със съответните ширини и дължини:

- N : ширина $+60^\circ$, дължина 0°
- S : ширина -60° , дължина 0°
- E : ширина 0° , дължина $+90^\circ$
- W : ширина 0° , дължина -90°

Самолет се движи по най-късите пътища по повърхността в реда: $N \rightarrow S \rightarrow E \rightarrow W$.

На междинните т. S и E самолетът спира по 1 час за презареждане. Самолетът се движи на височина от 10 km над повърхността, затова в изчисленията ще приемем, че $R = 6400 \text{ km}$. Скоростта спрямо земната повърхност е постоянна: $v = 900 \text{ km/h}$.

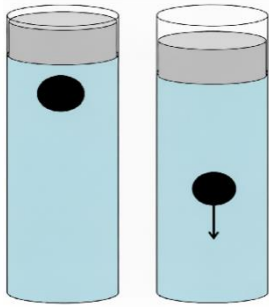
Пренебрегваме ветровете. Самолетът тръгва в понеделник по обяд в $12:00$. Когато самолетът лети от $E \rightarrow W$, той се движи в посока, противоположна на въртенето на Земята.

- Намерете разстоянието и времето за полета $N \rightarrow S$. [2 т.]
- Намерете разстоянието и времето за полета $S \rightarrow E$. [2 т.]
- Кога самолетът излита от E (местно време в E)? [2,5 т.]
- Намерете разстоянието и времето за полета $E \rightarrow W$. [2 т.]
- Кога самолетът пристига в W : ден и местен час в W ? [1,5 т.]

Бележка: Когато посочвате времената, използвайте 24 часов формат например, $07:35$, $18:40$ и т.н. В задачата използваме непрекъснато местно (слънчево) време, което се изменя плавно с географската дължина. За опростяване приемаме, че часовите разлики между съседни зони са по един час. Това е идеализиран модел, различен от официалното време по часови пояси, които се определят административно и дори на някои места часовата разлика не е цял час (напр. Индия и Непал).

ЗАДАЧА 3. Вода и ток

Задачи 3.1 и 3.2 са независими една от друга.

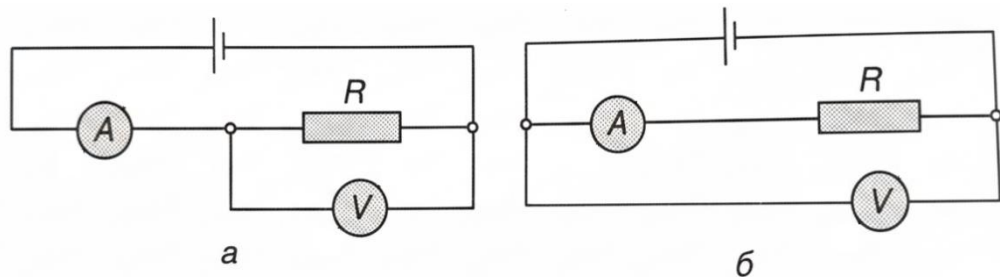


3.1 [5 т.] Вертикален затворен цилиндър с вътрешен радиус $r = 1,85$ cm е напълнен с вода. Във водата плава играчка с форма на кълбо с радиус $a = 1$ cm. Играчката е направена от гъвкава мембрана, пълна с въздух. Масата на играчката е $m = 1$ g. Отгоре на цилиндъра има плътно прилепващо бутало, което можем да натискаме надолу на разстояние x . Водата се счита за несвиваема, в цилиндъра няма други въздушни мехури освен въздуха вътре в играчката. Когато натиснем буталото надолу, обемът на въздуха в играчката намалява, като при определено x играчката започва да потъва.

На какво максимално разстояние x (в милиметри) можем да натиснем буталото, преди играчката да започне да потъва?

Дадено: плътност на водата $\rho_v = 1000$ kg/m³; $V_{\text{кълбо}} = \frac{4}{3}\pi r^3$

3.2. [5 т.]



За измерване на неизвестно съпротивление R се използват схемите от фигурата. Източникът е идеален с напрежение $U_{\text{бат}}$. При измерванията са отчетени следните стойности:

1. По схема а): $I' = 1,004$ A и $U' = 9,99$ V.
2. По схема б): $I'' = 1,000$ A и $U'' = 12,0$ V.

Намерете:

- а) напрежението на батерията $U_{\text{бат}}$; [0,5 т.]
- б) вътрешното съпротивление на амперметъра R_A ; [1,5 т.]
- в) неизвестното съпротивление R ; [1,5 т.]
- г) вътрешното съпротивление на волтметъра R_V . [1,5 т.]

Бележка:

В теорията често приемаме, че измервателните уреди са *идеални*, тоест не влияят на електрическата верига, в която са включени. Идеалният амперметър има нулево вътрешно съпротивление и не предизвиква спад на напрежение, когато през него протича ток, а идеалният волтметър има безкрайно голямо вътрешно съпротивление и не пропуска ток през себе си. На практика обаче такива уреди не могат да се направят – всеки реален амперметър и волтметър имат свое вътрешно съпротивление, което леко влияе на измерванията. Вътрешното съпротивление на амперметъра е малко и е свързано последователно в схемата, а това на волтметъра е голямо и е свързано паралелно към елемента, чието напрежение се измерва.