

## **Розділ 4. Механічна робота та енергія**

### **Механічна робота. Потужність**

407. Чи виконується механічна робота (якщо так, то якою силою) у випадках, що наведені нижче?
1. Вода тисне на стінки посудини.
  2. Вода падає з водоспаду.
  3. Стріла вилітає з лука.
  4. М'яч котиться по траві.
  5. Камінь летить вгору.
  6. Груша висить на гілці.
  7. Занурений у воду дерев'яний брусок піднімається на поверхню.
  8. Учень сидить за столом і розв'язує задачу.
  9. Дівчинка спускається з гірки на санках.
  10. Штангіст тримає штангу над головою.
408. Які сили виконують роботу у наведених нижче випадках?
1. Краплини дощу падають на землю.
  2. Автомобіль зупиняється після вимкнення двигуна.
  3. Камінець вилітає з рогатки.
  4. Трактор оре землю.
409. Чи виконує роботу сила тяжіння у наведених нижче випадках? Якщо виконує, то яку – додатну чи від'ємну?
1. Шайба ковзає рівномірно ідеально гладкою горизонтальною поверхнею льоду.
  2. Випущений з рук м'яч, падає вертикально вниз.
  3. Супутник рухається по коловій орбіті навколо Землі.
  4. Стріла рухається вертикально вгору.
  5. Підвішене до пружини тіло перебуває у рівновазі. Якщо його відхилити вниз і відпустити, воно починає здійснювати коливальні рухи.
410. У якому випадку виконується більша робота: при переміщенні тіла на відстань 25 м силою 80 Н чи при переміщенні тіла силою 25 Н на відстань 80 м?
411. Хлопчик, прикладаючи зусилля 200 Н, перемістив тачку з піском горизонтальною дорогою на відстань 25 м, а важкоатлет підняв штангу, розвиваючи зусилля 1000 Н на висоту 2,5 м. Хто з них виконав більшу роботу? У скільки разів?
412. При піднятті копиці сіна вагою 5400 Н було виконано роботу 27 кДж. Визначити висоту, на яку було піднято сіно.
413. При рівномірному переміщенні санок на відстань 50 м дівчинка виконала роботу 1,5 кДж. Визначити зусилля, яке при цьому розвивала дівчинка.

414. Визначити роботу, виконану краном під час рівномірного підняття балки масою 5 т на висоту 10 м.
415. Яку роботу виконує людина, піднімаючи на п'ятий поверх п'ятилітровий бутель з олією? Висота одного поверху 3 м.

*Розв'язання*

A-?

$$\begin{aligned} V &= 5 \text{ л} = 0,005 \text{ м}^3 \\ h &= 3 \text{ м} \\ N &= 5 \\ \rho &= 900 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

З фізичного довідника записуємо в умову задачі густину олії.

При підніманні бутля з олією людина виконує роботу  $A = F \cdot h$ , де  $F = mg = \rho Vg$  – сила, яку прикладає людина для переміщення бутля,  $h = 12 \text{ м}$  – відстань між першим і п'ятим поверхом. Тоді  $A = \rho Vgh$ .

Підставивши значення фізичних величин отримаємо:

$$A = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,005 \text{ м}^3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 12 \text{ м} = 540 \text{ Дж.}$$

416. Легковий автомобіль, розвиваючи силу тяги 700 Н, рухається з швидкістю 72 км/год протягом години. Яку роботу при цьому виконує двигун автомобіля?
417. Яка робота виконується під час рівномірного піднімання гранітної плити об'ємом 1,8 м<sup>3</sup> на висоту 2 м?
418. Людина штовхає вагонетку масою 0,7 т горизонтальною ділянкою дороги довжиною 200 м. Яку роботу виконує людина під час рівномірного руху вагонетки? Сила тертя становить 0,06 сили тяжіння вагонетки?

A-?

$$\begin{aligned} m &= 0,7 \text{ т} = 700 \text{ кг} \\ l &= 200 \text{ м} \\ F_{\text{тер}} &= 0,06F_{\text{т}} \end{aligned}$$

*Розв'язання*

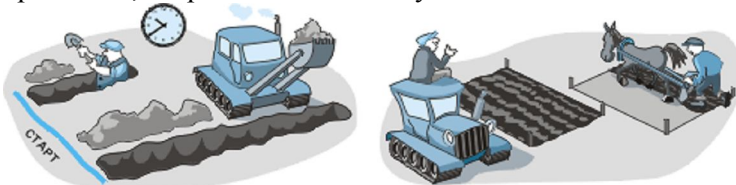
На вагонетку діє сила тяжіння  $F_{\text{т}} = mg$ .

$$F_{\text{т}} = 700 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 7000 \text{ Н. Тоді сила тертя}$$

$F_{\text{тер}} = 0,06 \cdot 7000 \text{ Н} = 420 \text{ Н. Під час рівномірного руху вагонетки людина прикладає силу, яка рівна силі тертя. Тому } A = F_{\text{тер}} \cdot l = 420 \text{ Н} \cdot 200 \text{ м} = 84 \text{ кДж.}$

419. Яку роботу виконує людина під час рівномірного переміщення ящика по підлозі на відстань 8 м, якщо сила тертя 80 Н?
420. Горизонтальною поверхнею стола рівномірно тягнуть брусок масою 400 г. Чому дорівнює робота при переміщенні бруска на відстань 50 см, якщо коефіцієнт тертя ковзання дорівнює 0,25?

421. Яку роботу слід виконати для переміщення санок з вантажем горизонтальною ділянкою снігу на відстань 50 м, якщо коефіцієнт тертя ковзання дорівнює 0,05? Маса санок з вантажем 100 кг, сила тяги спрямована горизонтально.
422. При переміщенні металевого бруска за допомогою динамометра пружина, жорсткість якої 40 Н/м, видовжилася на 4 см у напрямку руху. Визначити роботу сили при рівномірному переміщенні бруска на 50 см.
423. Хлопчик занурив тенісний м'яч, об'єм якого  $60 \text{ см}^3$ , на дно водоймища глибиною 5 м. Визначити роботу архімедової сили при підніманні тенісного м'яча до поверхні водоймища.
424. З dna річки глибиною 4 м піднімають камінь об'ємом  $0,6 \text{ м}^3$  на баржу, висота борта якої над поверхнею 1 м. Густина каменя  $2500 \text{ кг/м}^3$ . Визначити роботу по підйому каменя.
425. Які з нижче наведених значень величин можуть бути потужністю деякого механізму?  
 а) ... $50 \text{ Н/м}^2$ ; б) ... $50 \text{ Дж/с}$ ; в) ... $50 \text{ Вт}$ ; г) ... $50 \text{ Н·с}$ ; д) ... $50 \text{ Дж}$ .
426. Чи однакову механічну роботу виконують хлопчики однакової маси, які вибігають по сходах на одну і ту ж висоту: один за 2 хв, другий за 1,5 хв? Чи однакову потужність розвивають вони при цьому?
427. Один хлопчик дистанцію 100 м проходить пішки, а другий ту ж дистанцію пробігає. Порівняти розвинуті хлопчиками потужності, якщо час руху другого втричі менший.
428. Кішка один раз стрибнула з землі на гілку, а іншим разом вилізла на гілку по стовбуру дерева. Порівняти корисні роботи, виконані кішкою, і розвинуті потужності.
429. Порівняти потужності (більша, менша, однакова), які розвивають «персонажі», зображені на малюнку 87.



а)

Мал. 87

б)

430. Потужності трактора і автомобіля майже однакові, але рухаються вони з різними швидкостями. Порівняти сили тяги, які розвивають під час руху ці машини.

431. Визначити потужність механізму, який за 30 с виконує роботу 6 кДж.
432. Яку роботу може виконати насос потужністю 5 кВт за 2 хв роботи?
433. Насос потужністю 1,4 кВт виконує роботу 840 кДж. Скільки часу працював насос?
434. Хлопчик масою 50 кг піднімає на висоту 20 м десятилітрове відро з водою за 40 с. Яку середню потужність розвиває хлопчик, рухаючись вгору рівномірно? Масою відра знехтувати.
435. Спортсмен підняв штангу масою 200 кг на висоту 2 м за 1 с. Визначити середню потужність, яку розвивав спортсмен.
436. Якою повинна бути мінімальна потужність крана, щоб підняти сталеву деталь об'ємом  $0,1 \text{ м}^3$  на висоту 10 м за 20 с?

$N = ?$

$$\begin{aligned} V &= 0,1 \text{ м}^3 \\ l &= 10 \text{ м} \\ t &= 20 \text{ с} \\ \rho &= 7800 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

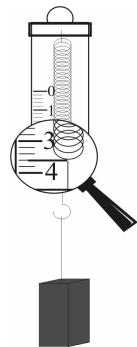
*Розв'язання*

З фізичного довідника записуємо в умову задачі густину сталі. Потужність визначається формулою  $N = \frac{A}{t}$ . Оскільки за умовою потужність мінімальна, то рух рівномірний і сила тяги дорівнює силі тяжіння.

$$A = F_T \cdot l = mgl, \text{ де } m = \rho \cdot V = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,1 \text{ м}^3 = 780 \text{ кг.}$$

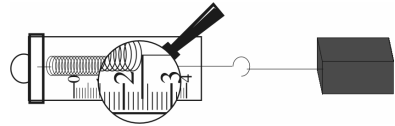
$$\text{Тоді } N = \frac{780 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 10 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 3900 \text{ Вт.}$$

437. Насос підняв  $7,2 \text{ м}^3$  води за 8 хв на висоту 10 м. Знайти мінімальну потужність насоса.
438. Автомобіль під час рівномірного руху проходить відстань 20 км за 15 хв. Визначити силу тяги, що діяла в напрямку руху автомобіля, якщо його потужність 50 кВт.
439. Який найменший час потрібно, щоб відкачати 10 т води з шахти, якщо потужність насоса, який відкачує воду 2 кВт? Висота підйому води 20 м.
440. Динамометром рівномірно піднімають брусок на висоту 50 см протягом 1,6 с (мал. 88). Визначити потужність, яку розвиває людина при підніманні бруска.



Мал. 88

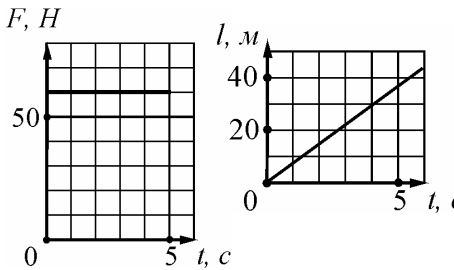
441. Учень рівномірно переміщує брусок по горизонтальній поверхні на відстань 80 см протягом 10 с так, як показано на малюнку 89. Визначити потужність, розвинуту учнем при виконанні експерименту.



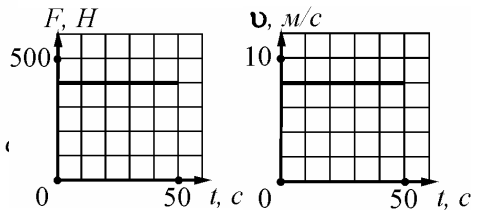
Мал. 89

442. На графіках (мал. 90) відображено залежності сили тяги механізму від часу та відстані від часу під час переміщення тіла. Визначити виконану роботу за 4 с та потужність механізму.

443. На графіках (мал. 91) відображено залежності сили від часу та швидкості велосипедиста від часу. Визначити роботу, виконану велосипедистом, та потужність, яку він розвиває протягом 30 с руху.



Мал. 90



Мал. 91

444. Яку роботу потрібно виконати, щоб викопати циліндричну яму глибиною 4 м і площею поперечного перерізу  $3 \text{ м}^2$ ? Густина землі  $1,5 \text{ г/см}^3$ .

445. Яку роботу потрібно виконати, щоб телеграфний стовп довжиною 10 м і площею поперечного перерізу  $300 \text{ см}^2$ , який лежить на землі, поставити вертикально?

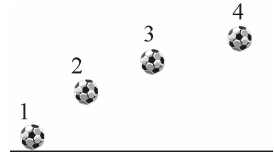
***Механічна енергія та її види. Закон збереження й перетворення енергії в механічних процесах***

446. Камінь кинули вертикально вгору. Як змінюється (збільшується, зменшується, не змінюється) під час руху каменя за відсутності опору повітря його...

- а) ...повна механічна енергія?
- б) ...кінетична енергія?

в) ...потенціальна енергія?

447. У якій точці траєкторії польоту футбольного м'яча за відсутності опору повітря (мал. 92) його...



Мал. 92

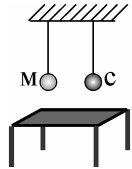
а) ...кінетична енергія мінімальна?

б) ...кінетична енергія максимальна?

в) ...потенціальна енергія мінімальна?

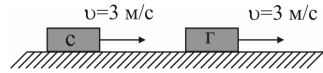
г) ...потенціальна енергія максимальна?

448. Дві однакові за розмірами кулі з мармуру (М) і сталі (С) підвішені на нитках так, як зображено на малюнку 93. Порівняти потенціальні енергії куль відносно стола (<, >, =).



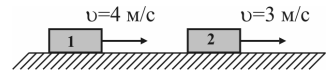
Мал. 93

449. Однакові за розмірами бруски з свинцю (С) і граніту (Г) рухаються горизонтальною поверхнею так, як показано на малюнку 94. Порівняти кінетичні енергії брусків (<, >, =).



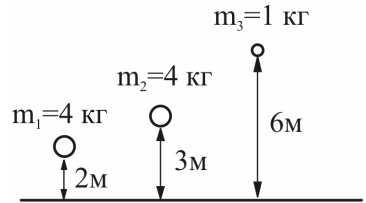
Мал. 94

450. Два однакові за розмірами дерев'яні бруски рухаються горизонтальною поверхнею так, як показано на малюнку 95. Порівняти кінетичні енергії брусків (<, >, =).



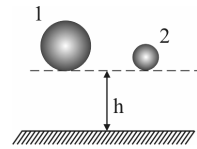
Мал. 95

451. Яка з кульок, зображених на малюнку 96, має найменшу і яка найбільшу потенціальну енергію відносно поверхні Землі?



Мал. 96

452. Дві кулі однакової маси підняті на незначну висоту над поверхнею Землі так, як показано на малюнку 97. Порівняти потенціальні енергії куль.



Мал. 97

453. Два потяги з різними масами (пасажирський і товарний) рухаються паралельними коліями в одному напрямку з однаковою швидкістю. Чому дорівнює і чи змінюється з часом кінетична енергія першого потяга відносно другого?

454. Визначити кінетичну енергію стріли масою 50 г, випущеної вертикально вгору зі швидкістю 20 м/с.

455. Визначити потенціальну енергію цеглини масою 2 кг відносно Землі, якщо її підняли на висоту 10 м.
456. Чайка зависла на висоті 30 м над рівнем моря. Яка маса чайки, якщо її потенціальна енергія відносно Землі становить 0,45 кДж?
457. Кінетична енергія лижника масою 80 кг після спуску з гори становить 4 кДж. Визначити швидкість його руху.
458. Після стрибка з трампліна лижник приземлився на горизонтальній ділянці, покритій снігом, рухаючись з швидкістю 72 км/год. Знайти масу лижника, якщо його кінетична енергія в момент приземлення 12 кДж.
459. Два однакові за розмірами бруски із сталі та латуні підняли з поверхні Землі на однакову висоту. Потенціальна енергія якого бруска більша? У скільки разів?

*Розв'язання*

$$\frac{E_{п1}}{E_{п2}} - ?$$

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 \\ h_1 &= h_2 \\ \rho_c &= 7800 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_l &= 8500 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

З фізичного довідника запишемо в умову густину сталі та латуні.

Прийнявши за нульовий рівень потенціальної енергії поверхню Землі, потенціальну енергію тіла можна визначити із співвідношення:  $E_{п}=mgh$ , де  $m=\rho V$ . Оскільки об'єми брусків і висоти, на яку вони підняті однакові, то відношення потенціальних енергій визначається відношенням густин речовин, з яких виготовлені бруски. Густина латуні більша, отже більша і його потенціальна енергія

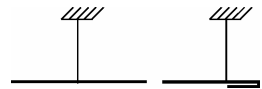
$$\frac{E_{п1}}{E_{п2}} = \frac{\rho_l}{\rho_c} \approx 1,09.$$

460. Яку потенціальну енергію відносно Землі має мідна деталь об'ємом 2 дм<sup>3</sup> на висоті 3 м?
461. Тіло масою 4 кг знаходиться на висоті 6 м над поверхнею Землі. На якій висоті тіло масою 3 кг має таку ж потенціальну енергію?
462. Сигнальна ракета масою 200 г, випущена вертикально вгору, піднялася на висоту 80 м. Визначити відносно Землі потенціальну і кінетичну енергії ракети на висоті 20 м. Опір повітря не враховувати.
463. Стріла масою 60 г випущена з швидкістю 30 м/с вертикально вгору. Визначити відносно Землі потенціальну і кінетичну енергії стріли на висоті 5 м. Опір повітря не враховувати.

464. На яку висоту підніметься стріла, випущена з лука, маючи біля поверхні Землі швидкість 40 м/с і кінетичну енергію 40 Дж? Яка маса стріли? Опір повітря не враховувати.
465. Підкинутий вертикально вгору камінець піднявся на висоту 10 м. Яка маса камінця, якщо біля поверхні Землі його кінетична енергія дорівнювала 15 Дж? Опір повітря не враховувати.
466. З гори, висота якої 40 м, почав падати камінець масою 400 г. Визначити відносно Землі потенціальну й кінетичну енергію камінця, який пролетів відстань 30 м. Опір повітря не враховувати.
467. М'яч масою 500 г підкидають із поверхні Землі вертикально вгору зі швидкістю 20 м/с. Визначити відносно Землі потенціальну і кінетичну енергію м'яча у момент, коли швидкість його руху зменшиться у два рази. Опір повітря не враховувати.
468. Куля масою 9 г перед попаданням у дошку має кінетичну енергію 720 Дж. Після вильоту із дошки швидкість кулі становила 100 м/с. Визначити кінетичну енергію кулі після вильоту із дошки та роботу виконану кулею.
469. Санки масою  $m$  з'їхали з гори висотою  $h$  і, проїхавши деяку відстань по горизонтальній ділянці, зупинилися. Яку мінімальну роботу слід виконати, щоб підняти санки на цю ж висоту тим же шляхом?

***Прості механізми. Момент сили. Умови рівноваги важеля***

470. Чи залишиться в рівновазі стрижень, що висить на нитці (мал. 98), якщо один його кінець зігнути удвічі?

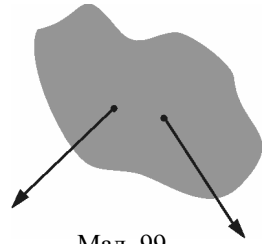


Мал. 98

471. Чому зігнутою у лікті рукою можна утримувати важчий вантаж, ніж витягнутою?
472. Чому легко розламати посередині цілий сірник, і значно важче одну із розламаних половинок?
473. Які частини велосипеда є важелями?
474. Поясніть дію весла як важеля. Виграш у силі чи швидкості руху одержують, використовуючи весло?
475. Чому довгу палицю, яку тримають руками за кінці, розламати важче, ніж тоді, коли середину палиці покласти на опору?
476. З якою метою ручку розміщують на краю дверей, а не по центру?



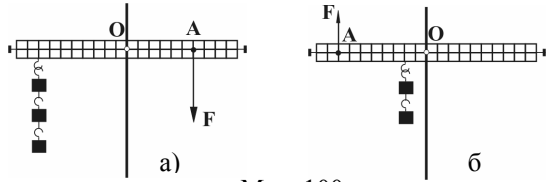
477. До пластинки прикладено дві сили так, як показано на малюнку 99. У якій точці слід розмістити вісь обертання, щоб плечі цих сил були рівні нулю?



Мал. 99

478. Чому для розрізування паперу застосовують ножиці з короткими ручками і довгими лезами, а для різання листового металу – з довгими ручками і короткими лезами?

479. Яку силу  $F$  потрібно прикласти в точці А, щоб важіль, зображений на малюнку 100, був у рівновазі? Маса кожного тягарця 100 г.



Мал. 100

480. Стрижень, до одного кінця якого прикладено спрямовану вертикально вниз силу 30 Н, перебуває у горизонтальному положенні, якщо його підперти на відстані 0,2 довжини стрижня від точки дії сили. Визначити силу тяжіння, що діє на стрижень.

*Розв'язання*

$$\begin{array}{l} F_{\text{тяж}} \text{ -?} \\ d_1 = 0,2 d \\ F = 30 \text{ Н} \end{array}$$

Нехай довжина всього стрижня  $d$ . Якщо точку, в якій підперли стрижень, вважати за вісь обертання, то плече сили  $F$  становить  $0,2d$ . Другою силою, яка створює обертовий момент відносно осі обертання є сила тяжіння. Плече цієї сили  $0,5d - 0,2d = 0,3d$ . Запишемо правило моментів:



$$F \cdot 0,2d = F_T \cdot 0,3d. \text{ Звідси } F_T = \frac{0,2F}{0,3} = 20 \text{ Н}.$$

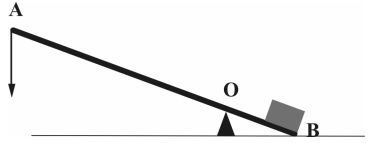
481. До коротшого плеча важеля довжиною 20 см підвісили вантаж масою 2 кг. Який вантаж потрібно підвісити до довшого плеча довжиною 50 см, щоб важіль перебував у рівновазі?

482. До кінців важеля, який знаходиться в рівновазі, підвішені вантажі 0,6 кг і 2,4 кг. Відстань від точки опори до точки підвісу більшого вантажу 0,18 м. Визначити довжину важеля.

483. Визначити силу різання ножицями листового металу, якщо сила, прикладена до ручок ножиців 40 Н. Відстань від осі обертання до місця різання 5 см, а до точки прикладання сили 20 см.

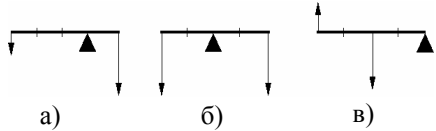
484. Хлопчик зрівноважив горизонтально важіль так, що точка обертання знаходиться на відстані 40 см і 60 см від його кінців. В розпорядженні хлопчика було 10 тягарців масою по 100 г. По скільки тягарців хлопчик підвісив до кінців важеля, якщо для досягнення рівноваги він використав усі тягарці?

485. За допомогою важеля, зображеного на малюнку 101 піднімають вантаж на висоту 0,5 м. Яку роботу виконує людина, діючи з силою 500 Н на важіль в напрямку, зображеному стрілкою, якщо  $AO:OB=3:1$ .



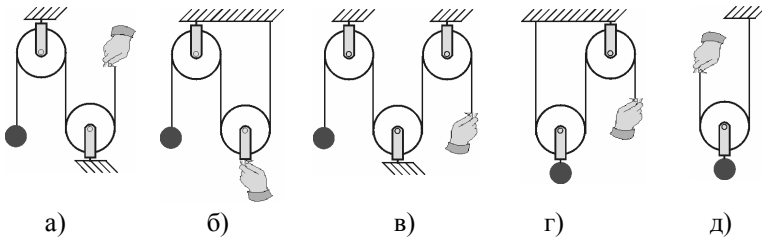
Мал. 101

486. На малюнку 102 зображено три важелі, які під дією сил перебувають у рівновазі. Який з них моделює рівновагу сил на рухомому блоці?



Мал. 102

487. Охарактеризувати процеси піднімання вантажу за допомогою системи блоків, зображених на малюнку 103 (*виграє в силі, програє в силі, не програє і не програє в силі, змінює напрям дії сили, не змінює аням дії сили*).

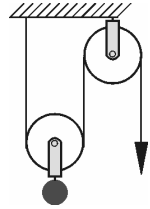


Мал. 103

488. Який вантаж можна підняти за допомогою невагомго рухомого блока (мал. 102,д), прикладаючи до вільного кінця мотузки силу 200 Н? На скільки підніметься вантаж, якщо вільний кінець мотузки підніметься на 40 см? Тертям у системі знехтувати.

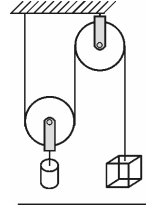
489. Яку силу  $F$  необхідно прикласти до кінця мотузки при підйомі вантажу масою 10 кг за допомогою системи легеньких блоків так, як показано на малюнку 102 а,б,в,г? Тертям і масою блоків знехтувати.

490. За допомогою системи блоків піднімають вантаж на висоту 4 м, виконуючи роботу 800 Дж. Яку силу прикладала людина, тягнучи за мотузку в напрямку, показаному стрілкою (мал. 104)? Тертям і масою блоків знехтувати.



Мал. 104

491. Куб і циліндр, підвішені до системи блоків, перебувають у рівновазі (мал. 105). Потенціальна енергія куба відносно поверхні стола 25 Дж. Визначити масу циліндра, якщо висота підняття тіл над столом 50 см. Тертям і масою блоків знехтувати.



Мал. 105

492. Чому дороги у горах не прокладають прямими, а із поворотами, причому, чим крутіший підйом тим поворотів зазвичай більше?

493. В якому випадку потрібно прикласти більшу силу, піднімаючи вантаж по гладенькій похилій площині на однакову висоту (мал. 106).



Мал. 106

### ***Коефіцієнт корисної дії механізмів***

494. Тіло піднімають на однакову висоту двічі: спочатку за допомогою рухомого блока, потім – нерухомого. Маси блоків однакові, сили тертя під час підняття теж однакові. Однакові чи різні ККД блоків? Відповідь обґрунтувати.

495. При підніманні вантажу за допомогою блока виконали роботу 250 Дж. Визначити ККД блока, якщо значення корисної роботи становить 200 Дж.

496. За допомогою нерухомого блока, ККД якого 75 %, підняли рівномірно вантаж масою 50 кг на висоту 3 м. Яку роботу при цьому виконали?

497. За допомогою рухомого блока, ККД якого 80 %, піднімають рівномірно вантаж на висоту 4 м, прикладаючи силу 100 Н. Визначити масу вантажу.

498. Визначити ККД рухомого блока при рівномірному підніманні вантажу масою 120 кг на висоту 10 м, якщо до вільного кінця мотузки прикладають силу 750 Н?

499. Визначити мінімальну потужність двигуна насоса, який за 5 хв піднімає 240 л води на висоту 15 м. ККД насоса 80 %.

500. Підйомний кран піднімає рівномірно вантаж масою 2 т на висоту 24 м. Потужність двигуна крана 20 кВт. Визначити час піднімання вантажу, якщо ККД крана 60 %.
501. Гелікоптеру масою 1,8 т потрібно 15 хв, щоб піднятися на висоту 350 м. Визначити середню потужність, яку розвиває двигун гелікоптера, якщо його ККД 35 %.
502. Вантаж масою 100 кг рівномірно підняли на висоту 15 см за допомогою важеля, приклавши зусилля 300 Н. Визначити ККД важеля, якщо точка прикладання сили опустилася на 0,6 м.

*Розв'язання*

$\eta = ?$

$m = 100 \text{ кг}$   
 $h = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$   
 $F = 300 \text{ Н}$   
 $l = 0,6 \text{ м}$

Коефіцієнт корисної дії визначається співвідношенням

$$\eta = \frac{A_k}{A_z} \cdot 100\%, \text{ де } A_k = mgh - \text{корисна робота, } A_z = Fl -$$

затрачена робота. Отже,

$$\eta = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\% = \frac{100 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,15 \text{ м}}{300 \text{ Н} \cdot 0,6 \text{ м}} \cdot 100\% = 83\% .$$

503. Плечі важеля становлять 1,2 м та 20 см. За допомогою цього важеля піднімають рівномірно вантаж масою 21 кг, який прикріплений до коротшого плеча на висоту 20 см. Яку силу прикладено до довшого плеча, якщо ККД важеля 70 %?
504. Для піднімання тіла масою 600 кг на висоту 3 м використали похилу площину довжиною 10 м. При рівномірному переміщенні тіла уздовж похилої площини на нього діяла сила тяги 3 кН. Визначити ККД похилої площини.
505. Хлопчик везе з незмінною швидкістю санчата вгору, прикладаючи силу 500 Н. Довжина гори 80 м, висота 30 м, вага санок з вантажем 600 Н. Визначити ККД гори, як похилої площини.
506. Піднімаючи рівномірно вантаж масою 100 кг за допомогою похилої площини довжиною 8 м, прикладають силу 300 Н. Яка висота похилої площини, якщо її ККД 75 %?
507. Для піднімання тіла масою 800 кг на висоту 3 м використали похилу площину довжиною 8 м. Визначити ККД похилої площини, враховуючи, що під час рівномірного руху діяла сила тертя 1000 Н.

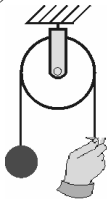
## Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю

### Рівень А (початковий)

- Одиницею моменту сили є...  
а) ...1 кг; б) ...1 Н; в) ...1 м; г) ...1 Н·м.
- Коефіцієнт корисної дії показує...  
а) ...яку частину від усієї виконаної роботи становить корисна робота;  
б) ...який виграш у силі дає простий механізм;  
в) ...у скільки разів виконана робота більша за корисну.
- У якому з нижче наведених випадків сила тяжіння не причетна до зміни енергії (виконання роботи)?  
а) вода тече у руслі ріки; б) швидкість руху кулі у дулі гвинтівки зростає;  
в) спіткнувшись, людина падає; г) парашутист опускається на землю.

### Рівень В (середній)

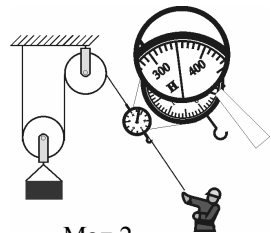
- Людина піднімає вантаж за допомогою нерухомого блока (мал.1). При цьому за відсутності тертя вона ...  
а) ...змінює напрям дії сили і отримує виграш у силі в два рази;  
б) ...не змінює напрям дії сили і отримує виграш у силі в два рази;  
в) ...змінює напрям дії сили і не отримує виграшу в силі.
- Роботу по переміщенню автомобіля на горизонтальній ділянці шляху під час рівномірного руху виконує...  
а) ...сила тяжіння; б) ...сила пружності; в) ...сила тертя; г) ...вага.
- Визначити потенціальну енергію вантажу масою 800 г відносно Землі, якщо його підняли на висоту 6 м.



Мал.1

### Рівень С (середній)

- Яку роботу виконає будівельник при підніманні контейнера на висоту 5 м за допомогою системи невагомих блоків, зображених на малюнку 2?
- На останній поверх найвищого будинку висотою 440 м людина масою 60 кг піднялася за 44 хвилини. Яку середню потужність вона при цьому розвивала?



Мал.2

### Рівень D (високий)

- Висота похилої площини 1,2 м, а довжина 10,8 м. Щоб підняти по цій площині вантаж масою 180 кг, потрібна сила 250 Н. Визначити ККД площини і силу тертя.
- Камінь масою 200 г кинули вертикально вгору з поверхні Землі, надавши швидкості 10 м/с. Визначити найбільше значення кінетичної та потенціальної енергії каменя та максимальну висоту підйому.

### Рівень А (початковий)

1. з

2. а

3. б

### Рівень В (середній)

1. в

2. в

3.

$E_{\text{п}} = ?$

$$\begin{array}{l} m = 800 \text{ г} = 0,8 \text{ кг} \\ h = 6 \text{ м} \end{array}$$

#### Розв'язання

Прийнявши за нульовий рівень потенціальної енергії поверхню Землі, потенціальна енергія визначається формулою:  $E_{\text{п}} = mgh$ , де  $m$  - маса вантажу,  $h$  - висота підняття над поверхнею Землі.

Після підстановки:  $E_{\text{п}} = 0,8 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 6 \text{ м} \approx 48 \text{ Дж}$ .

### Рівень С (середній)

1.

$A = ?$

$$h = 6 \text{ м}$$

#### Розв'язання

З малюнка бачимо, що динамометр показує силу 350 Н. Один з блоків нерухомий, який не дає виграшу в силі, інший блоку рухомий, який дає виграш в силі в 2 рази, але програш у відстані теж у 2 рази. Оскільки вантаж піднявся на висоту 6 м, то робітник витягнув мотузку на відстань  $S = 12 \text{ м}$ . Тоді робота  $A = F \cdot S = 350 \text{ Н} \cdot 12 \text{ м} = 4200 \text{ Дж}$ .

2.

$N = ?$

$$h = 440 \text{ м}$$

$$m = 60 \text{ кг}$$

$$t = 44 \text{ хв} = 2640 \text{ с}$$

#### Розв'язання

Потужність визначається співвідношенням  $N = \frac{A}{t}$ ,

де  $A$  - виконана робота,  $t$  - час виконання роботи.

Виконана робота дорівнює зміні потенціальної енергії людини  $A = \Delta E_{\text{п}} = mgh$ .

$$\text{Тоді } N = \frac{mgh}{t} = \frac{60 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 440 \text{ м}}{2640 \text{ с}} = 98 \text{ Вт}.$$

## Рівень D (високий)

1.

### Розв'язання

$\eta$  -?  $F_T$  -?

$$\begin{aligned} m &= 180 \text{ кг} \\ h &= 1,2 \text{ м} \\ F &= 250 \text{ Н} \\ S &= 10,8 \text{ м} \end{aligned}$$

Коефіцієнт корисної дії визначається співвідношенням

$$\eta = \frac{A_k}{A_3} \cdot 100\%, \text{ де } A_k = mgh, A_3 = FS. \text{ Отже}$$

$$A_k = 180 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,2 \text{ м} = 2160 \text{ Дж}.$$

$$A_3 = 250 \text{ Н} \cdot 10,8 \text{ м} = 2700 \text{ Дж}. \text{ Тоді } \eta = \frac{2160 \text{ Дж}}{2700 \text{ Дж}} \cdot 100\% \approx 80\%.$$

Різниця між затраченою і корисною роботою буде робота сили тертя на шляху  $S$ .  $A_T = A_3 - A_k = 540 \text{ Н}$ . Оскільки  $A_T = F_T \cdot S$ , то

$$F_T = \frac{A_T}{S} = \frac{540 \text{ Дж}}{10,8 \text{ м}} = 50 \text{ Н}.$$

2.

### Розв'язання

$E_{k0}$  -?  $E_n$  -?  $h$  -?

$$\begin{aligned} m &= 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг} \\ v &= 10 \text{ м/с} \end{aligned}$$

Оскільки швидкість каменя біля поверхні Землі максимальна, то максимальною буде і його кінетична енергія.

$$E_{k0} = \frac{mv^2}{2} = 10 \text{ Дж}. \text{ Запишемо закон збереження}$$

механічної енергії для поверхні Землі і максимальної висоти підйому  $h$ :  $E_{n0} + E_{k0} = E_n + E_k$ . Швидкість каменя у верхній точці рівна нулю, то  $E_k = 0$ . На поверхні Землі  $E_{n0} = 0$ , отже закон збереження енергії буде мати вигляд  $E_{k0} = E_n$ . Тобто  $E_n = 10 \text{ Дж}$ . З формули  $E_n = mgh$

$$\text{максимальна висота підйому: } h = \frac{E_n}{mg} = \frac{10 \text{ Дж}}{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 5 \text{ м}.$$

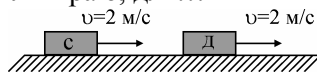
## Завдання для тематичного контролю (для самостійного розв'язку)

### Рівень А (початковий)

- За яким з нижче наведених виразів можна визначити потужність механізму?  
а)  $\dots = FS$ ;                      б)  $\dots = gm$ ;                      в)  $\dots = gmh$ ;                      г)  $\dots = Fv$ .
- Тверде тіло, яке може обертатися навколо нерухомої опори, називають...?  
а) ...нерухомим блоком;              б) ...рухомим блоком;  
в) ...важелем;                          г) ...похилою площиною.
- Механічна енергія літака, який злітає з летовища...  
а) ...збільшується;              б) ...зменшується;              в) ...не змінюється.

### Рівень В (середній)

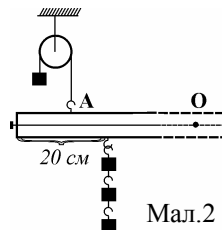
- Ручку кріплять не до середини дверей, а біля краю, для...  
а) ...збільшення плеча дії сили;  
б) ...для зменшення плеча дії сили;  
в) ...для краси.
- Однакові за розмірами сталевий (С) і дерев'яний (Д) бруски рухаються по горизонтальній поверхні так, як показано на малюнку 1. За цих умов кінетична енергія...  
а) ...більша у сталевого бруска;              б) ...більша у дерев'яного бруска;  
в) ...обох брусків однакова.
- Протягом якого часу людина копала ділянку землі, розвиваючи потужність 100 Вт, якщо виконана нею робота становила 1,2 МДж?



Мал. 1

### Рівень С (середній)

- Мідну кульку об'ємом 10 см<sup>3</sup> і залізну об'ємом 20 см<sup>3</sup> підняли з поверхні Землі на однакову висоту. Потенціальна енергія якої кулі більша і у скільки разів?
- На шляху 50 м рівномірно переміщують санки масою 30 кг. Визначити виконану роботу, якщо сила тертя складає 0,06 ваги санок.



Мал. 2

### Рівень D (високий)

- Визначити виконану роботу при підніманні вантажу масою 200 кг на висоту 15 м за допомогою рухомого блока, ККД якого 80 %. Яку силу прикладають в цьому випадку до вільного кінця мотузки?
- На малюнку 2 зображено частину горизонтально розміщеного важеля, який перебуває в рівновазі. Визначити довжину важеля, якщо відстань від точки А до осі його обертання (точка О) становить 15 см. Всі тягарці мають масу по 100 г.



