

1. «Вічний двигун»

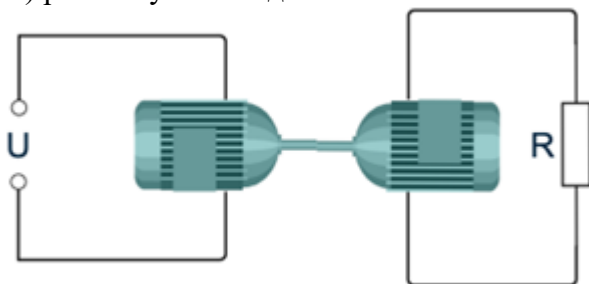
Електродвигун постійного струму з постійними магнітами приєднаний у мережу з постійною напругою U . Він на пряму механічно з'єднаний з точно таким же двигуном (який виконує роль генератора) так, що вони обертаються з однаковою частотою. До генератора під'єднали резистор опором R . Опір обмотки двигуна та генератора – r , нехтуючи механічними втратами.

Знайдіть сили струмів:

А) у колі двигуна та генератора;

Б) розглянути випадок коли генератор має вдвічі слабші магніти, тобто $B_{\text{ген}} = \frac{1}{2} B_{\text{двиг}}$;

В) розглянути випадок коли кількість витків котушки у генераторі вдвічі менша



2. «Космічний туризм». У 2024 р. ще одна компанія пропонує скористатися послугами «космічного» туризму, але тепер вже не на космічному кораблі, а на повітряній кулі, заповненій воднем H_2 . На рис.1, який можна знайти на сайті компанії, бачимо залежність висоти кулі від часу. Куля піднімається на 100 000 футів (1 фут = 30,48 см). На рис.2 зображена залежність температури міжнародної стандартної атмосфери від висоти. По осі ординат відкладена висота, по осі абсцис температура.

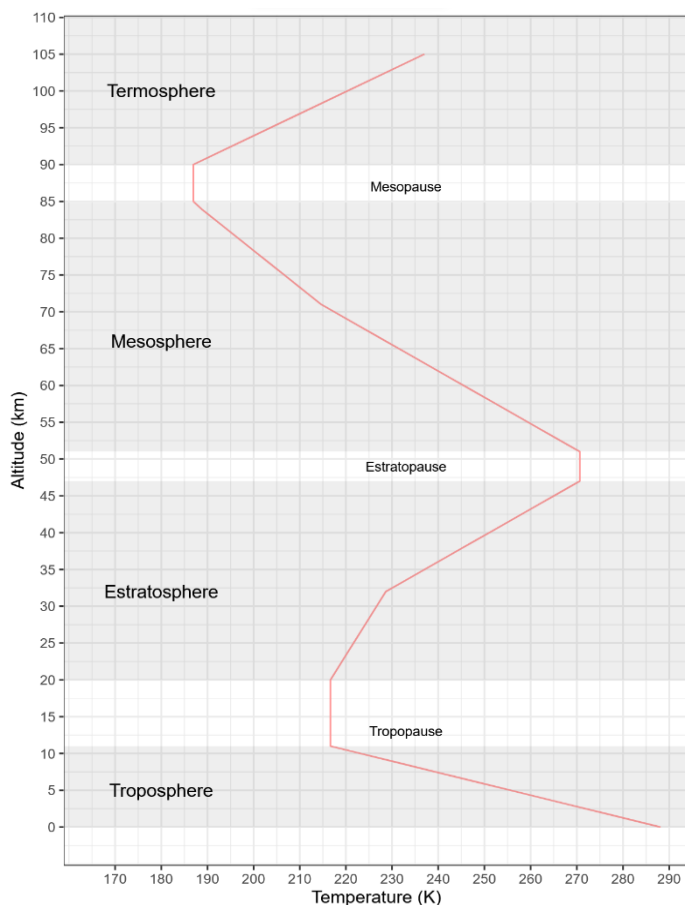


Рис.2

Довідка: Стандартна атмосфера – це модель атмосфери, прийнята Міжнародною організацією зі стандартизації. Тиск і температура на рівні моря вважаються рівними 101,3 кПа та 15°C, відповідно. Ділянки графіку на рис. 2 прямолінійні. Куля зроблена з легкого матеріалу з запасом площі для збільшення об'єму так, що тиск всередині кулі можна вважати рівним тиску ззовні.

Розгляньте уважно рисунки і дайте відповіді на питання (за потреби скористайтесь вимірювальною лінійкою):

А) Куля змінює свій об'єм з висотою. Чи слід змінювати кількість водню у кулі під час підйому і спуску? Відповідь обґрунтуйте аналітично. Знехтуйте зміною хімічного складу повітря на висотах підйому кулі і вражайте, що за рахунок повільного підйому між воднем у кулі і зовнішнім повітрям встигає встановитися теплова рівновага.

Б) Запишіть рівняння залежності температури від висоти на ділянках підйому кулі.

В) Знайдіть рівняння залежності тиску від висоти на ділянках підйому кулі.

Г) Спеціальний генератор звуку на кулі формує тонкий промінь звукової хвилі у заданому напрямку. Нехтуючи затуханням сигналу з відстанню, визначте, за яких кутів до горизонту звук буде блукати земною атмосферою, не досягаючи верхніх шарів атмосфери і не досягаючи земної поверхні. Кривиною земної поверхні знехтуйте. Швидкість звуку в атмосфері пропорційна середній квадратичній швидкості молекул повітря.

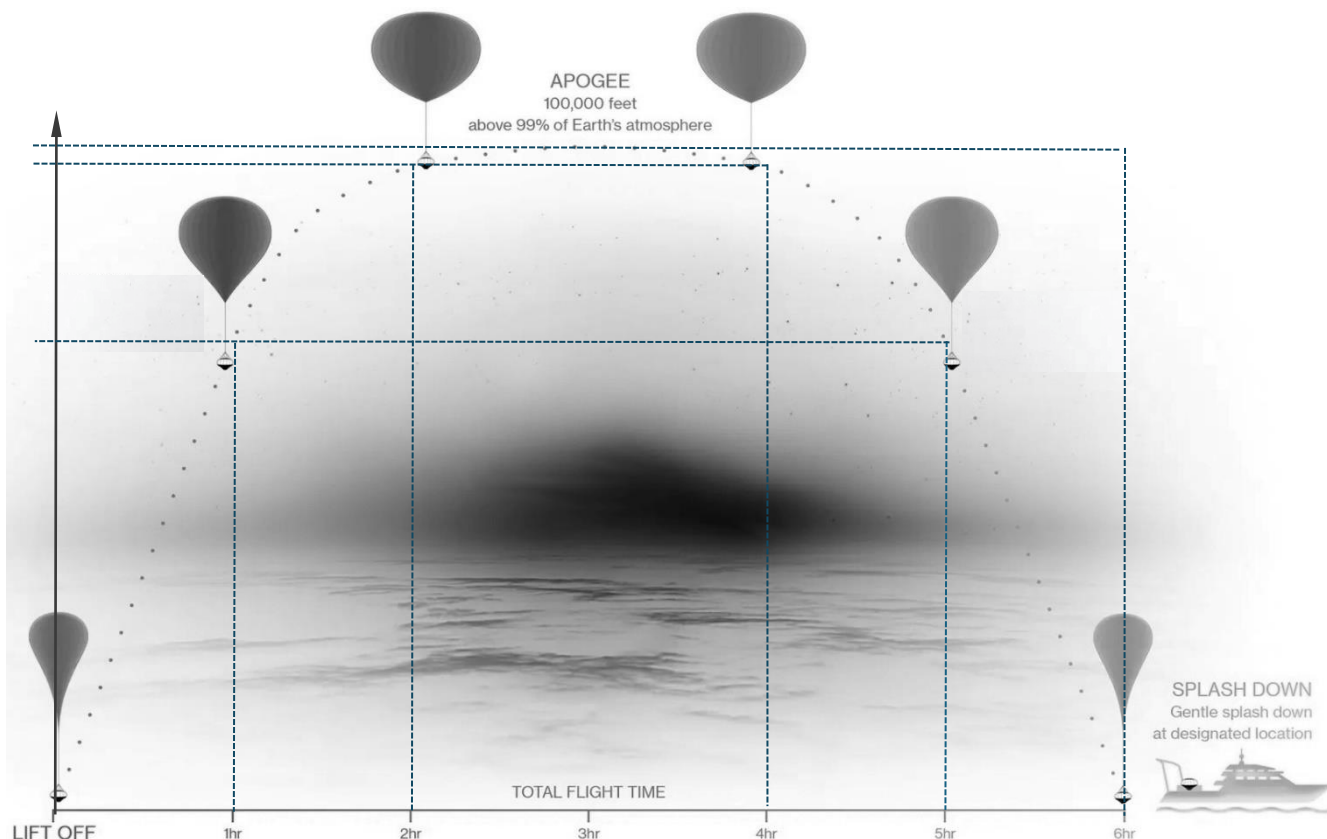


Рис.1

3. «Кульові з'єднання».

Юні фізики зацікавились: чи можна визначити кількість маленьких жорстких металевих кульок радіусом a , які вміщаються в циліндричну посудину, висота H і радіус b якої набагато більші за радіус кульок, за допомогою омметра. Для цього вони провели наступний експеримент з двома кульками. Один контакт припаяли до однієї кульки, а другий до другої. Притиснувши кульки з деякою силою, виміряли опір, і його величина R виявилася значно більшою, ніж в тому випадку, коли обидва контакти припаювали до однієї кульки. Цікавим було те, що від взаємної орієнтації двох кульок це значення практично не залежало. Тоді вони засипали циліндричну посудину, виготовлену з непровідного матеріалу доверху такими кульками, старанно утруюючи. Дно посудини і кришку виготовили з м'якого, добре провідного матеріалу і стиснули так, щоб кульки притискалися одна до одної з такою ж силою, як при вимірюванні опору між ними. Далі вимірюють електричний опір між кришкою і дном. Визначте:

- яким буде результат вимірювання опору між дном і кришкою?
- скільки кульок помістилося в циліндричну посудину?
- чи пропорційний опір між дном і кришкою кількості кульок в посудині?

4. «Нестабільна оболонка»

Еластична, теплонепроникна та ідеально провідна сферична оболонка має масу M і поверхневий натяг σ . Оболонка заповнена багатоатомним ідеальним газом, що має показник адіабати $\gamma = 4/3$. Оболонка розміщена у вакуумі за відсутності поля тяжіння і будь-яких інших зовнішніх полів. Спочатку оболонка не заряджена і перебуває в рівновазі, маючи при цьому фіксований радіус r_0 . Оболонці надають електричний заряд Q .

А) Якісно (без наведення явної залежності) проаналізуйте залежність радіусу кульки від часу (монотонність, зростання, спадання періодичність, швидкість зростання, швидкість спадання) у таких випадках:

- поверхневий натяг раптово зникне;
- σ буде від'ємним.

Як зміниться ця залежність при зміні знаку заряду оболонки?

Б) Запишіть рівняння, що описує радіальний рух зарядженої оболонки у випадку додатньої σ .

Якісно проаналізуйте цей рух: буде він обмеженим чи ні, періодичним чи ні?

В) За якої умови оболонка здійснює гармонічні коливання? Визначте амплітуду та період цих коливань. Примітка: $(1 + y)^\alpha \approx 1 + \alpha y$ за умови $y \ll 1$.

Г) За якої умови тиск газ всередині оболонки у всіх точках можна вважати однаковим в даний момент часу? До яких фізично спостережуваних наслідків призведе порушення цієї умови? Вважати швидкість звуку в газі c відомою.

Задачі запропонували:

1. І. Рідкокаша, 2. О. Орлянський, 3. З. Майзеліс, 4. С. Вільчинський, О. Соболев.