

Hướng dẫn chung: Bài thi Lý thuyết

Bài thi lý thuyết diễn ra trong 5 giờ với điểm tổng là 30 điểm.

Giờ làm bài thi và giờ kết thúc sẽ được người coi thi thông báo. Em không được phép mở phong bì đựng đề thi trước khi người coi thi thông báo giờ làm bài thi bắt đầu. Sẽ có các thông báo sau mỗi 01 giờ làm bài và 15 phút trước khi kết thúc giờ làm bài, và khi hết giờ thi.

Trong thời gian làm bài

- Em chỉ được phép sử dụng bút viết được cung cấp. Em có thể sử dụng bút chì để vẽ phác các hình vẽ, sơ đồ hoặc đồ thị, tuy nhiên cần dùng bút viết để tô lại các nét của bản cuối cùng sao cho rõ ràng và có độ tương phản cao nhất do bài làm của em sẽ được scan.
- Phiếu trả lời (ký hiệu A) được cung cấp để em viết câu trả lời cuối cùng và vẽ biểu đồ: Viết câu trả lời của em vào các bảng, ô hoặc vẽ các biểu đồ thích hợp, như được đề bài yêu cầu. Đối với mỗi bài thi, có thêm các giấy làm bài (được đánh dấu W) để em viết lời giải chi tiết. Hãy chắc chắn là luôn luôn sử dụng các giấy làm bài đúng với bài thi (kiểm tra khớp số thứ tự bài thi trong tiêu đề của các giấy làm bài). Hãy gạch chéo những chỗ em đã viết ra mà không muốn chấm điểm. Chú ý chỉ sử dụng mặt trước của mỗi tờ giấy và không viết ra ngoài lề của các tờ giấy.
- Nếu em cần thêm giấy làm bài thì hãy xin người coi thi. Hãy điền mã nước, mã học sinh (chép thông tin này từ giấy làm bài của em) đồng thời đánh số trang trên tiêu đề của mỗi tờ giấy mà em xin thêm.
- Trong các câu trả lời, em cố gắng viết ngắn gọn nhất có thể: sử dụng các phương trình, ký hiệu logic và hình vẽ để minh họa suy nghĩ của em mỗi khi có thể. Tránh sử dụng các câu dài.
- Đôi khi em có thể làm phần sau trước mà không nhất thiết phải làm xong các phần trước đó.
- Toàn bộ hoạt động của em trong thời gian làm bài thi sẽ được ghi lại. Em không được rời khỏi bàn thi của em mà không được phép. Nếu em cần đi vệ sinh hoặc sự hỗ trợ (thêm giấy làm bài, bút viết, nước uống hoặc đồ ăn nhẹ) thì giờ biến báo cho người coi thi biết.

Khi hết giờ làm bài:

- Hãy dừng bút ngay khi được thông báo hết giờ thi.
- Đối với mỗi bài thi, hãy sắp xếp các tờ tương ứng theo thứ tự sau: trang bìa ở trên cùng, đề bài (Q), phiếu trả lời (A), rồi đến giấy làm bài (W), và những tờ giấy khác ở dưới cùng nếu em có.
- Xếp tất cả các tờ thuộc về một bài vào phong bì của bài đó. Lưu ý là để các tờ hướng dẫn chung (G) ở trên bàn, bên ngoài các phong bì. Em không được phép mang bất kỳ tờ giấy nào ra khỏi khu vực thi.
- Em rời khu vực thi khi được phép của người coi thi. Em không được phép mang bất kỳ vật dụng nào ra khỏi khu vực thi (dụng cụ thi IPHO của BTC chưa kịp gửi về).

Các hằng số vật lí

Dưới đây là bảng các hằng số vật lí em có thể sử dụng trong bài làm bên cạnh các đại lượng đã được cho trong đề bài.

Hằng số Vật lí	Ký hiệu	Giá trị số
Tốc độ ánh sáng trong chân không	c	299 792 458 m/s
Độ từ thẩm của chân không (hằng số từ)	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$; [1 N/A ² = 1 Vs/Am]
Độ điện thẩm của chân không (hằng số điện)	ε_0	$8.8541878128(13) \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$; [1 F/m = 1 As/Vm]
Điện tích nguyên tố	e	$1.602176634 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; [1 C = 1 A · s]
Khối lượng nghỉ của electron	m_e	$9.1093837015(28) \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Khối lượng nghỉ của proton	m_p	$1.67262192369(51) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Khối lượng nghỉ của neutron	m_n	$1.67492749804(95) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Đơn vị khối lượng nguyên tử	m_{amu}	$1.66053906660(50) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Hằng số hấp dẫn	G	$6.67430(15) \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$
Số Avogadro	N_A	$6.02214076 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Hằng số khí	R	$8.31446261815324 \dots \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$
Hằng số Boltzmann	k_B	$1.380649 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Hằng số Stefan–Boltzmann	σ	$5.670374419 \dots \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
Hằng số Planck	h	$6.62607015 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Hằng số Planck rút gọn	$\hbar = h/(2\pi)$	$1.0545718176 \dots \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Nam châm vĩnh cửu (10 points)

Nam châm vĩnh cửu mạnh được làm từ hợp kim NdFeB có chu trình từ trễ rất rộng; do đó, trong nhiều ứng dụng khác nhau, người ta coi độ từ hóa J là không đổi. Dưới đây, ta giả thiết $J \equiv 1.5 \text{ T}/\mu_0$, trong đó, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$, và độ từ hóa của tất cả các nam châm vĩnh cửu là đồng đều. *Độ từ hóa được định nghĩa là giá trị của mômen lưỡng cực từ trên mỗi đơn vị thể tích của vật liệu (mật độ khối của mômen lưỡng cực từ)*

Gợi ý 1: Dạng thức sau đây có thể hữu ích:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} = \frac{\pi^4}{90}.$$

Gợi ý 2: Từ trường tạo bởi một nam châm hình cầu giống hệt từ trường của một lưỡng cực điểm. Từ trường được tạo ra bởi nam châm có hình dạng khác trở nên tương đương với từ trường của lưỡng cực điểm chỉ khi xét ở khoảng cách lớn hơn nhiều so với đường kính của chúng.

Gợi ý 3: Điện trường của lưỡng cực điện điểm và từ trường của lưỡng cực từ điểm phụ thuộc vào tọa độ và mômen lưỡng cực theo một hàm số có dạng như nhau, tức là chỉ khác nhau bởi một hệ số không đổi.

Gợi ý 4: Trường cảm ứng được gây ra do điều kiện biên luôn có thể được thay thế bằng trường tổng hợp của một vài nguồn nằm bên ngoài biên đó.

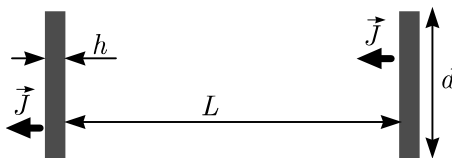
Phần A. Tương tác của các nam châm (4.5 points)

Khi khoảng cách đến một nam châm lớn hơn nhiều lần kích thước của nó, từ trường tạo ra bởi nam châm có thể tính gần đúng qua từ trường của mômen lưỡng cực $\vec{m}$,

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi r^3} (2\vec{m}_{\parallel} - \vec{m}_{\perp}).$$

Ở đây, $r = |\vec{r}|$, và ta có thể phân tích mômen lưỡng cực thành hai thành phần song song và vuông góc với véc tơ bán kính $\vec{r}$ nối từ lưỡng cực đến điểm quan sát, $\vec{m} = \vec{m}_{\perp} + \vec{m}_{\parallel}$.

- A.1** Hai nam châm hình trụ có đường kính $d = 20 \text{ mm}$ và độ dày $h = 2 \text{ mm}$, được từ hóa song song với trục của nam châm. Hai nam châm được đặt đồng trục và khoảng cách giữa hai tâm của chúng là $L = 20 \text{ cm}$. Hãy tìm độ lớn của lực tương tác giữa hai nam châm trên. Em có thể coi $L \gg d, h$. 0.6pt



- A.2** Ở khoảng cách rất lớn so với $\frac{h}{2}$, từ trường tạo ra bởi nam châm trong câu hỏi A.1 cũng giống như từ trường được tạo ra bởi một dòng điện tròn I . Hãy tìm I . 0.4pt

A.3 Em hãy tìm lực tương tác giữa các nam châm được bố trí như câu hỏi A.1 khi $L = 5 \text{ mm}$. Em có thể coi rằng $d \gg L \gg h$. 1.0pt

A.4 Các nam châm hình cầu giống hệt nhau có đường kính $\delta = 5 \text{ mm}$, được dính với nhau bởi lực hút từ để tạo thành một dây nam châm. Em hãy cho biết độ dài lớn nhất có thể l của dây nam châm sao cho nó không bị đứt ra do trọng lượng của các nam châm khi được treo lên bởi nam châm cao nhất? Khối lượng riêng của các nam châm NdFeB là $\rho = 7500 \text{ kg/m}^3$. 1.0pt

A.5 Xét dây nam châm được đề cập đến ở câu hỏi A.4. Em hãy tìm biểu thức tính độ lớn của cảm ứng từ B tại điểm P nằm cách điểm cuối O của dây nam châm một khoảng r , góc tạo bởi giữa dây nam châm và đoạn thẳng OP là θ (xem hình phía dưới), coi rằng $l \gg r$ và $r \sin \theta \gg \delta$ 1.5pt



Phần B. Tương tác với tấm sắt từ (3,5 điểm)

Bây giờ chúng ta giả thiết rằng ngoài các nam châm vĩnh cửu, chúng ta còn có các tấm làm từ vật liệu sắt từ mềm, tương tự như vật liệu sử dụng trong lõi máy biến áp. Trong trường hợp này, ta xét các tấm có độ từ thẩm không đổi và rất lớn $\mu_r \sim 10^5$.

Gợi ý 5. Độ từ thẩm lớn nghĩa là các đường sức từ gần bề mặt bên ngoài tấm gần như vuông góc với bề mặt tấm. Điều này tương tự như đặc điểm của đường sức điện trường ở gần bề mặt bên ngoài của vật dẫn.

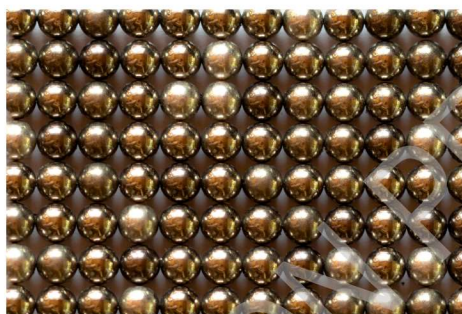
B.1	Đặt một nam châm hình cầu, nêu trong phần A.4, cách bề mặt một tấm sắt từ phẳng dày, có độ rộng vô hạn một khoảng là $s = \delta$ (xem trong phiếu trả lời). Véc tơ từ hóa của quả cầu hướng vuông góc với mặt tấm. Hãy vẽ phác các đường sức từ trường trong mặt phẳng hình vẽ được in trong phiếu trả lời. Trong hình đó có đánh dấu ba điểm (ký hiệu là 1, 2 và 3); em cần vẽ đầy đủ các đường sức từ trường đi qua mỗi điểm này, tức là hãy vẽ dài tối đa nhưng phù hợp với khuôn khổ của hình vẽ.	1.0pt
B.2	Bây giờ, đưa nam châm hình cầu vào tiếp xúc trực tiếp với tấm. Nam châm hình cầu ở trạng thái cân bằng ổn định. Hãy cho biết, các véc tơ từ hóa này sẽ có chiều như thế nào và lực pháp tuyến giữa tấm và nam châm là bao nhiêu? Hãy đánh dấu (các) hướng đi đúng bằng cách đánh dấu tích vào ô tương ứng trong phiếu trả lời. Em sẽ bị trừ điểm với dấu tích sai.	1.0pt
B.3	Bây giờ, đặt một nam châm nêu ở phần A.1 giữa hai tấm sắt từ dày, hình tròn, có đường kính $D = 2d$ sao cho các mặt phẳng của nam châm áp vào mặt các tấm và cả ba đĩa được đặt đồng trục. Tìm lực từ F tác động lên mỗi tấm. <i>Gợi ý:</i> Em có thể bỏ qua từ trường bên ngoài các tấm sắt từ và bên ngoài khoảng hở giữa chúng.	1.5pt

Phần C. Trật tự sắt từ và trật tự phản sắt từ (2 điểm)

Tính chất từ của vật liệu là do mômen lưỡng cực từ của êlectron và hạt nhân nguyên tử tạo nên. Nếu các mômen lưỡng cực từ định hướng song song với nhau, trường do chúng tạo ra sẽ được khuếch đại - đây là các vật liệu sắt từ. Mặt khác, nếu đối với mỗi mômen lưỡng cực có một mômen lưỡng cực song song ngược chiều khác gần đó thì từ trường sẽ triệt tiêu nhau - đây là các vật liệu phản sắt từ.

Trong phần sau đây, chúng ta xét một hệ gồm một số rất lớn các nam châm hình cầu, nêu trong phần A.4, được sắp xếp tại các nút tạo thành một mạng tinh thể hai chiều; xem **ảnh thực của cấu hình cân bằng ổn định** bên dưới. Giả sử rằng tất cả các vectơ từ hóa đều nằm trong mặt phẳng của hình vẽ. Trong tính toán, em chỉ cần xem xét các tương tác của các nam châm gần nhất (trong hình của câu hỏi C.1, mỗi nam châm có bốn nam châm gần nhất và trong hình ở câu C.2 thì có sáu nam châm gần nhất).

- C.1** Chỉ ra các hướng từ hóa của các nam châm trong hình dưới đây. Em không bắt buộc phải chứng minh rằng cấu hình mà em đề xuất là khả năng duy nhất. Nhưng em vẫn cần phải xác nhận rằng cấu hình mà em đề xuất thực sự ổn định. Hãy tìm năng lượng cần thiết để kéo một nam châm ra khỏi mạng tinh thể này từ một vị trí nào đó ở giữa mạng tinh thể, giả sử các nam châm khác được giữ đứng yên. Em hãy cho biết, cấu hình này tương ứng với vật liệu sắt từ hay phản sắt từ? 0.8pt

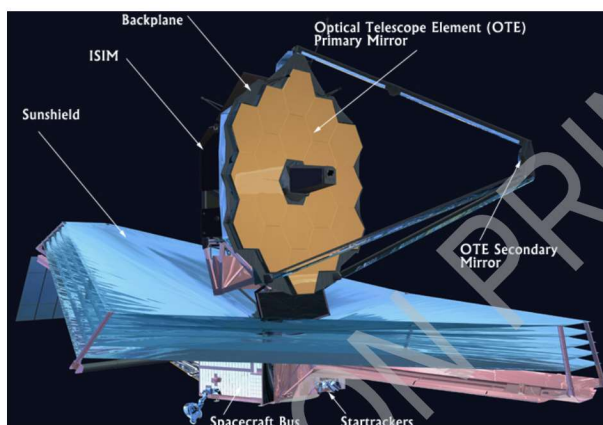


- C.2** Em hãy trả lời các câu hỏi tương tự như trong câu C.1 cho cấu hình được hiển thị trong hình bên dưới. 1.2pt



Kính viễn vọng không gian James Webb (12 points)

Đây là câu hỏi về vật lý của Kính viễn vọng không gian James Webb. Ánh sáng từ một ngôi sao chiếu vào gương chính (Primary mirror), có diện tích $A_{\text{mirror}} = 25 \text{ m}^2$, và phản xạ ra từ gương phụ (Secondary mirror). Tiêu cự của hệ là $f = 130 \text{ m}$. Ánh sáng phản xạ hội tụ vào ISIM (Integrated Science Instrument Module), nơi chứa các máy ảnh CCD (charged-coupled device).



Backplane: Mặt sau; ISIM: Mô đun dụng cụ khoa học tích hợp; Sunshield: Tấm chắn nắng; Optical Telescope Element (OTE): Bộ phận kính viễn vọng quang học; Primary Mirror: Gương chính; Secondary Mirror: Gương phụ; Spacecraft Bus: Thân kính; Startrackers: Máy dò sao. Nhà cung cấp hình ảnh: NASA.

Phần A. Hình ảnh một Ngôi sao (1,8 points)

Ngôi sao khổng lồ đỏ (Red Giant) gần nhất ở khoảng cách 89 năm ánh sáng, có nhiệt độ là $T_{\text{star}} = 3600 \text{ K}$, và đường kính $d_o = 1.7 \times 10^{11} \text{ m}$.

A.1	Tính đường kính của ảnh của ngôi sao hội tụ trên mặt phẳng ảnh của máy ảnh CCD.	0.4pt
A.2	Ước tính đường kính của cực đại nhiễu xạ trung tâm trên mặt phẳng ảnh của máy ảnh CCD. Giả sử bước sóng $\lambda = 800 \text{ nm}$, là bước sóng có cường độ mạnh nhất của sao khổng lồ đỏ.	0.4pt
A.3	Nếu CCD không được làm lạnh và chỉ có thể mất nhiệt bằng cách bức xạ nhiệt từ mặt phẳng ảnh thì nhiệt độ cân bằng của CCD tại vị trí ảnh của sao khổng lồ đỏ là bao nhiêu? Coi bề mặt CCD là vật đen tuyệt đối. Hãy thiết lập công thức và ước tính giá trị bằng số.	1.0pt

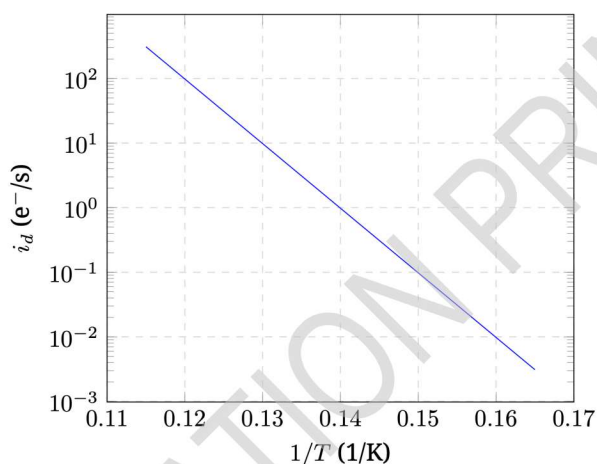
Phần B. Đếm photon (1,8 points)

Việc hấp thụ một photon của máy ảnh CCD làm phát sinh một electron bên trong máy. Điều này xảy ra nếu photon có đủ năng lượng để kích thích electron vượt qua khe năng lượng ΔE_g . Giả sử rằng mọi photon có đủ năng lượng đều kích thích electron thành công. Ngoài ra còn có các electron vượt qua khe

năng lượng do nhiệt độ của CCD gây ra; đây là dòng điện tối i_d và được đo bằng số electron trên giây. Dòng điện tối là hàm của nhiệt độ theo phương trình

$$i_d = i_0 e^{-|\Delta E_g|/6k_B T}. \quad (1)$$

Với i_0 là một hằng số.



Đồ thị chỉ ra độ biến thiên dòng điện tối theo nhiệt độ. Đơn vị của dòng điện tối là e^-/s dùng để chỉ số electron trong một giây.

B.1 Từ đồ thị của dòng điện tối, hãy ước tính độ lớn nhiệt độ của nguồn photon 0.4pt
 nhiệt ở xa vừa đủ để kích thích thành công electron.

Các electron được thu thập trong một tụ điện và sau thời gian phơi sáng τ , các electron sẽ được đếm. Có ba nguồn sai số chính của quá trình này: sai số cố định của quá trình đếm gọi là sai số nhiễu đọc (readout noise); sai số Poisson liên quan đến dòng điện tối và sai số Poisson liên quan đến các photon tới được phát hiện. Các sai số Poisson bằng căn bậc hai của các giá trị đếm trong quá trình đếm.

Số photon đo được là bằng số electron trong tụ điện trừ đi số electron ứng với dòng điện tối.

B.2 Viết biểu thức cho tổng sai số của quá trình đếm σ_t , giả sử sai số nhiễu đọc là 0.4pt
 σ_r , dòng điện tối là i_d , số photon đếm được trong mỗi giây là p và thời gian phơi sáng là τ .

Đối với các câu hỏi còn lại trong phần này, lấy thời gian phơi sáng là $\tau = 10^4 s$ và sai số nhiễu đọc là cố định $\sigma_r = 14$.

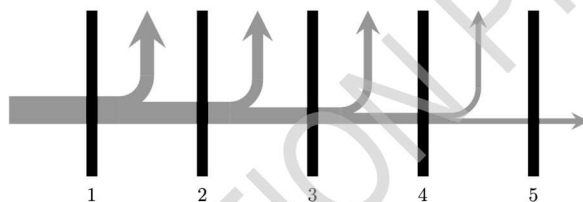
B.3 Giả sử nhiệt độ máy ảnh là $T_p = 7.5 K$. Tính giá trị tối thiểu của p sao cho số 0.5pt
 lượng photon đếm được gấp mười lần sai số đếm.

- B.4** Giả sử tất cả các photon đều vừa đủ để kích thích điện tử vượt qua khe năng lượng, thì cường độ của nguồn photon trong B.3 trên gương chính là bao nhiêu? 0.5pt
 Thể hiện đáp số theo W/m^2

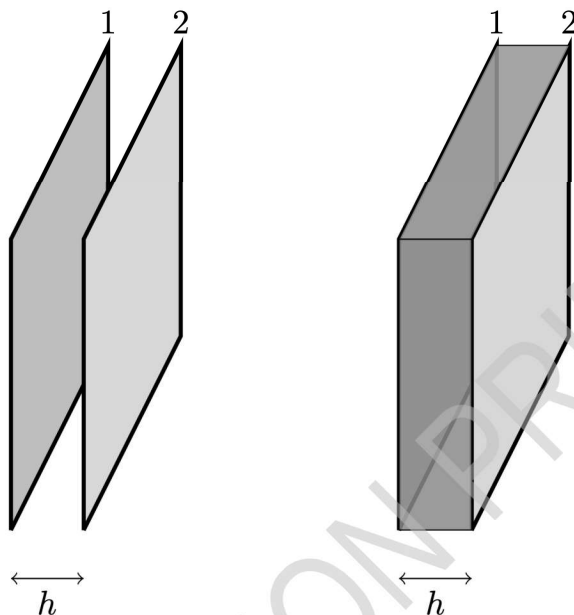
Phần C. Làm lạnh thụ động (4.4 points)

Máy ảnh CCD hồng ngoại cần được duy trì ở nhiệt độ thấp. Công cụ đầu tiên là bộ phận chắn để ngăn cản bức xạ của mặt trời.

Bộ chắn năng lượng bao gồm năm lớp phản xạ riêng biệt là các tấm mỏng (màu đen trong ảnh bên dưới); năng lượng bức xạ (màu xám) từ mặt trời được chiếu đến tấm đầu tiên ở phía trái, một phần năng lượng thoát ra ở khe giữa các tấm.



Sơ đồ dòng năng lượng: các đường thẳng đứng (màu đen) là các tấm, dòng năng lượng (màu xám) truyền từ trái sang phải, tuy nhiên, giữa các tấm, một phần năng lượng thoát lên trên và đi ra ngoài không gian.



Ở phía trái là một mô hình đơn giản của hai tấm liên kề 1 và 2 cách nhau một khoảng h . Các tấm không liên kết với nhau, và khoảng cách giữa các tấm là hở. Giả thiết các tấm là song song. Bức xạ nhiệt có thể trao đổi giữa các tấm, và bức xạ nhiệt có thể thoát ra qua khe hở xung quanh. Ở phía phải, khe hở xung quanh được tô bóng mờ để dễ nhận biết.

Giả thiết đơn giản bài toán như sau:

- Các tấm là hình vuông, mỗi tấm có diện tích $A_{\text{sheet}} = 200 \text{ m}^2$.
- Các tấm đặt song song và cách nhau $h = 25 \text{ cm}$ dọc biên xung quanh.
- Các tấm có hệ số bức xạ $\epsilon \ll 1$. Giả thiết tất cả phản xạ từ các bề mặt tấm là khuếch tán.
- Các tấm là mỏng và nhiệt độ ở mặt trước và mặt sau của tấm là bằng nhau và đồng nhất.
- Tỷ phần thông lượng bức xạ phát ra bởi một tấm được hấp thụ bởi tấm liên kề là $\alpha \leq 1$. Điều này có nghĩa là tấm 1 trong hình vẽ ở trên bức xạ một lượng nhiệt Q_1 hướng sang tấm 2 thì tấm 2 sẽ hấp thụ một lượng αQ_1 từ tấm 1.
- Thông lượng bức xạ thoát ra ở khe xung quanh giữa hai tấm có thể tính gần đúng là βQ_{12} nơi mà αQ_{12} là thông lượng tổng cộng giữa hai tấm. Hệ số $\beta < 1$. Tức là nhiệt mất mát ra không gian giữa hai tấm là tỷ lệ thuận với tổng nhiệt lượng trao đổi giữa hai tấm. Đây là phép gần đúng cho bài toán này.
- Bỏ qua nhiệt độ nền của môi trường xung quanh.

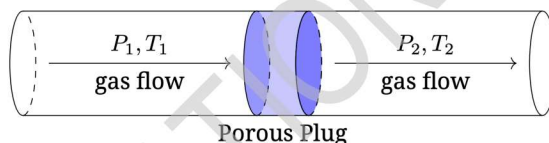
C.1 Thiết lập biểu thức nhiệt độ cân bằng của tấm thứ nhất và tấm thứ năm theo cường độ bức xạ mặt trời tới I_0 , hệ số α và β , và các hằng số vật lý khác. Để đơn giản biểu thức, em có thể đặt thêm các hệ số mới là hàm của α và β , 2.4pt

C.2 Tìm giá trị bằng số của α và β dựa trên thông tin mặt tấm có hệ số phát xạ $\epsilon = 0.05$. Em nên xem xét mô hình dạng hộp chữ nhật của các tấm nêu trên, với diện tích mặt xung quanh khe giữa hai tấm là bộ hấp thụ hoàn hảo năng lượng bức xạ. 1.6pt

C.3 Tính giá trị bằng số của nhiệt độ tấm 1 và tấm 5. Cho cường độ mặt trời $I_0 = 1360 \text{ W/m}^2$. 0.4pt

Phần D. Hệ thống làm lạnh Cryo-cooler (4 points)

Ở giai đoạn cuối của hệ thống làm lạnh sẽ trực tiếp làm lạnh cho máy ảnh CCD. Một hệ thống làm lạnh theo chu trình khép kín có một ống cấp chứa khí hêli ở áp suất không đổi P_1 và khí này sẽ thẩm qua một nút xốp (porous plug) vào một ống có áp suất không đổi P_2 . Ống này dẫn khí để làm lạnh cho CCD. Khí hêli sau đó đi qua một bơm trước khi quay trở lại đầu ống cấp.



Khí hêli cấp ở phía trái có áp suất P_1 và nhiệt độ T_1 sau khi bị đẩy qua nút xốp sẽ có áp suất P_2 và nhiệt độ T_2 , và tiếp tục đi sang phía phải.

Trong quá trình khí đi qua nút xốp, lực ma sát nhớt với các thành hẹp của các kênh dẫn khí trong nút xốp đóng vai trò quan trọng; tuy nhiên khí không trao đổi nhiệt với bên ngoài. Tốc độ khối của khí trong vùng 2 chỉ lớn hơn một chút tốc độ khối của khí trong vùng 1.

Khí hêli không được coi là khí lý tưởng nhưng luôn ở trạng thái khí trong suốt quá trình.

D.1 Xét một mol khí đi từ trái qua phải qua nút xốp. Hoàn thành bảng trong Phiếu trả lời bằng việc viết '>' hoặc '<' để chỉ ra đại lượng nào lớn hơn, '=' để chỉ ra các đại lượng nào bằng nhau, hoặc '?' nếu không thể xác định cái nào là lớn hơn hoặc bằng nhau nếu không có thêm thông tin 1.0pt

D.2 Hãy đưa ra một đại lượng bảo toàn được thiết lập từ U (nội năng), P (áp suất), và V (thể tích) khi một mol khí di chuyển qua nút; hãy dẫn ra cách xác định đại lượng bảo toàn đó. 0.6pt

Trên các phiếu trả lời có các đồ thị về nội năng trên khối lượng theo thể tích trên khối lượng của hêli theo đường đẳng nhiệt và theo các đường đẳng entropy.

D.3 Giả sử $V_2 = 0.100 \text{ m}^3/\text{kg}$ và $T_2 = 7.5 \text{ K}$, dùng đồ thị để xác định giá trị bằng số của đại lượng bảo toàn mà em tìm thấy trong phần D.2. Thể hiện cách xác định trên đồ thị. 1.4pt

- | | | |
|------------|--|-------|
| D.4 | Tìm nhiệt độ lớn nhất có thể có của T_1 . Thể hiện cách xác định trên đồ thị! | 0.8pt |
| D.5 | Giả sử với giá trị T_1 lớn nhất mà em tìm được trong D.4, hãy tính giá trị bằng số của P_1 . | 0.2pt |

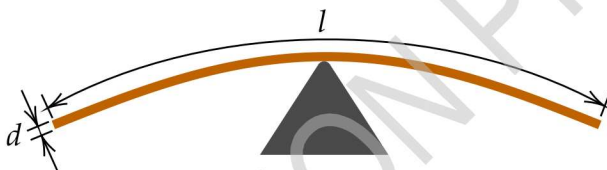
DELEGATION PRINT

Quy luật kích cỡ (8 points)

Quy luật kích cỡ mô tả quan hệ hàm số giữa hai đại lượng vật lý khi chúng cùng thay đổi, trong một khoảng giá trị nào đó. Quan hệ hàm số này có thể là hàm mũ, nhưng đôi khi có thể là dạng hàm khác. Trong nhiều trường hợp, biểu thức chính xác không xác định được, nhưng ta vẫn có thể tìm ra quy luật kích cỡ.

Phần A. Sợi mì Spaghetti (2,0 points)

- A.1** Một sợi mì spaghetti đường kính d được đặt cân bằng nằm ngang trên điểm tựa ở giữa sợi mì. Nếu $d = 1$ mm, sợi mì bị gãy dưới tác dụng của chính trọng lực của nó khi chiều dài sợi mì đạt tới giá trị $l = 50$ cm. Xét sợi mì có đường kính là $d' = 1$ cm, hãy tìm chiều dài lớn nhất l' để nó không bị gãy dưới tác dụng của trọng lực? 2.0pt



Phần B. Lâu đài cát (2.0 points)

- B.1** Thể tích trung bình của các hạt cát thô (coarse-grained) lớn gấp 10 lần của các hạt cát mịn (fine-grained). Cát thô ướt và cát mịn ướt đều chứa một lượng nước tối ưu (nghĩa là vừa đủ để các cấu trúc được tạo ra từ chúng có độ bền lớn nhất). Dùng chúng để xây hai hình trụ có cùng hình dạng và kích thước. Độ bền của mỗi hình trụ được kiểm tra bằng cách ép nó vào giữa hai tấm song song. Hình trụ tạo bởi cát thô bị phá hủy khi lực ép đạt tới $F_c = 10$ N. Tìm độ lớn lực F_f cần để phá hủy hình trụ tạo bởi cát mịn? Em có thể bỏ qua tác dụng của trọng lực. 2.0pt

Phần C. Du hành vũ trụ (2.0 points)

- C.1** Tàu vũ trụ trong một chuyến thám hiểm vũ trụ chuyển động với gia tốc riêng (là gia tốc của tàu vũ trụ trong hệ quy chiếu quán tính mà tàu đứng yên tức thời tại một thời điểm xác định) có giá trị tuyệt đối không đổi $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hành khách cần xuất phát từ Trái Đất, đi ra xa rồi quay trở về trong tổng thời gian 50 năm. Khoảng cách xa nhất đến Trái Đất mà tàu có thể đạt được là d . Nếu gia tốc được tăng lên đến $g' = 15 \text{ m/s}^2$, tàu có thể tới khoảng cách d' xa hơn so với trường hợp trước. Xác định tỷ số d'/d ? 2.0pt

Gợi ý 1. Em có thể giải bằng cách dùng công thức cộng vận tốc tương đối tính, tuy nhiên, cũng có các cách giải khác.

Gợi ý 2. Em có thể phải sử dụng các hàm hyperbol được định nghĩa như sau: $\cosh x = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x})$, $\sinh x = \frac{1}{2}(e^x - e^{-x})$, $\tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$.

Gợi ý 3. Tùy theo cách giải, em có thể phải sử dụng các tích phân sau: $\int \frac{dx}{1-x^2} = \text{atanh } x + C$, $\int \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}} = \text{asinh } x + C$, $\int \sinh x dx = \cosh x + C$, với $\text{asinh } x$ và $\text{atanh } x$ là các hàm ngược của các hàm hyperbol tương ứng.

Phần D. Quả cầu nổi nhấp nhô (2.0 points)

- D.1** Một quả cầu đặc bằng gỗ có bán kính r_0 nổi trên mặt nước. Nếu bỏ qua ma sát, tần số dao động nhỏ của quả cầu là ω_0 . Nhưng do ma sát nhớt, tần số của dao động tắt dần của quả cầu khi bị lệch khỏi vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng là $0.99\omega_0$. Tìm bán kính nhỏ nhất $r_{\min}$ của quả cầu gỗ để nó còn dao động nhỏ khi bị lệch đi khỏi vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng? 2.0pt
- Gợi ý: Lực cản nhớt tác dụng lên một vật tỷ lệ với tốc độ tương đối của vật đối với khối chất lỏng, và với hệ số nhớt η của chất lỏng. Đơn vị của hệ số nhớt là $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$.

Hướng dẫn chung: Bài thi Thực hành

Bài thi thực hành được làm trong 5 giờ với điểm tổng là 20 điểm

Giờ làm bài thi và giờ kết thúc sẽ được người coi thi thông báo. Em không được phép mở phong bì đựng đề thi trước khi người coi thi thông báo giờ làm bài thi bắt đầu. Sẽ có các thông báo sau mỗi 01 giờ làm bài, 15 phút trước khi kết thúc giờ làm bài và khi kết thúc giờ làm bài.

Trong thời gian làm bài

- Em chỉ được phép sử dụng bút viết được cung cấp. Em có thể sử dụng bút chì để vẽ phác các hình vẽ, sơ đồ hoặc đồ thị, tuy nhiên cần dùng bút viết để tô lại các nét của bản cuối cùng sao cho rõ ràng và có độ tương phản cao nhất khi bài làm của em được scan.
- Phiếu trả lời (ký hiệu A) được cung cấp để em viết câu trả lời cuối cùng và vẽ đồ thị: Viết câu trả lời của em vào các bảng, ô hoặc vẽ các biểu đồ thích hợp, như được đề bài yêu cầu. Đối với mỗi bài thi, có thêm các giấy làm bài (được ký hiệu W) để em viết lời giải chi tiết. Hãy chắc chắn là luôn luôn sử dụng các giấy làm bài đúng với bài thi (kiểm tra khớp số thứ tự bài thi trong tiêu đề của các giấy làm bài). Hãy gạch chéo những chỗ em đã viết ra mà không muốn chấm điểm. Chú ý chỉ sử dụng mặt trước của mỗi tờ giấy và không viết ra ngoài lề của các tờ giấy.
- Nếu em cần thêm giấy làm bài thì xin người coi thi. Hãy điền mã nước, mã học sinh (chép thông tin này từ giấy làm bài của em) đồng thời đánh số trang trên tiêu đề của mỗi tờ giấy mà em xin thêm.
- Trong các câu trả lời, em cố gắng viết ngắn gọn nhất có thể: sử dụng các phương trình, ký hiệu logic và hình vẽ để minh họa suy nghĩ của em mỗi khi có thể. Tránh sử dụng các câu dài.
- Việc tính sai số kết quả là không bắt buộc trừ khi có quy định cụ thể khác trong câu hỏi. Mặc dù vậy, em cũng được yêu cầu viết với số các chữ số có nghĩa thích hợp khi trình bày các kết quả bằng số. Hơn nữa, em hãy quyết định số lượng điểm dữ liệu hoặc số lần đo lặp lại thích hợp, trừ khi có hướng dẫn cụ thể.
- Đôi khi em có thể làm phần sau trước mà không nhất thiết phải làm xong các phần trước đó.
- Toàn bộ hoạt động của em trong thời gian làm bài thi sẽ được ghi lại. Em không được rời khỏi bàn thi mà không được phép. Nếu cần đi vệ sinh hoặc cần sự giúp đỡ (thêm giấy làm bài, bút viết, nước uống, đồ ăn nhẹ...) thì hãy giơ biển hiệu để thông báo cho người coi thi.

Khi hết giờ làm bài:

- Hãy dừng bút ngay khi được thông báo hết giờ.
- Đối với mỗi bài thi, hãy sắp xếp các tờ tương ứng theo thứ tự sau: trang bìa ở trên cùng, tiếp theo đến phiếu trả lời (A), giấy làm bài (W) và những tờ giấy khác ở dưới cùng nếu em có. Bài làm của em sẽ được người coi thi scan và gửi lên hệ thống.
- Xếp tất cả các tờ thuộc về một bài vào phong bì của bài đó. Lưu ý là không cho các tờ hướng dẫn chung (G) và đề thi (Q) vào phong bì mà để chúng ở trên bàn thi.
- Em có thể rời khu vực thi khi được phép của người coi thi. Em không được phép mang bất kỳ vật dụng nào ra khỏi khu vực thi.

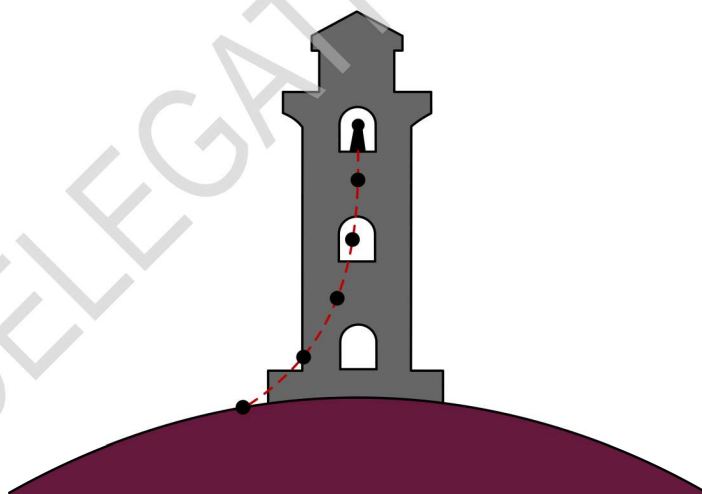
Hành tinh (12 points)

Em thấy mình đang ở trên một hành tinh xa lạ mà không biết mình đã đến đó như thế nào. Trước tiên em hãy tìm hiểu về hành tinh này. Em hãy nhớ thí nghiệm Galileo với những quả cầu đặc rơi và lấy đó làm cảm hứng để tìm hiểu hành tinh này. Hãy xây một tòa tháp thẳng đứng lí tưởng có chiều cao $H = 2000$ m. Ở tháp này, em có thể thả rơi quả cầu đặc từ độ cao h bất kỳ trên tháp (độ cao này được đo giữa bề mặt hành tinh và điểm thấp nhất của quả cầu ngay trước khi nó được thả ra). Do giới hạn của vật liệu có sẵn, em chỉ có thể thả những quả cầu có bán kính $5 \text{ cm} \leq r \leq 50 \text{ cm}$ và khối lượng riêng $0.1 \text{ g/cm}^3 \leq \rho \leq 10 \text{ g/cm}^3$.

Mỗi lần em thả rơi quả cầu, quả cầu có vận tốc ban đầu bằng không, em có thể đo thời gian rơi t của nó, và độ dịch s theo phương ngang của quả cầu, tính từ điểm mà quả cầu chạm bề mặt hành tinh đến chân của đường thẳng đứng đi qua điểm thả quả cầu.

Trước khi tiến hành thí nghiệm, em chú ý những thông tin sau về hành tinh:

- Dựa vào chuyển động của Mặt trời, em biết được rằng em đang ở đâu đó trên đường xích đạo của hành tinh.
- Hành tinh này có khí quyển; khối lượng riêng của không khí là đủ nhỏ để có thể bỏ qua lực đẩy Ac-si-mét.
- Nhiệt độ ở bề mặt hành tinh là $T_0 = 20^\circ\text{C}$.
- Dường như có một luồng gió thổi dọc theo đường xích đạo, đồng đều ở suốt chiều cao của tòa tháp; bỏ qua ảnh hưởng của tòa tháp lên vận tốc gió.



Hình ảnh minh họa của bài toán, đã được cường điệu.

Mô tả phần mềm mô phỏng

Chương trình mô phỏng các phép đo thời gian rơi t và độ lệch s , sau khi đã nhập chiều cao h mà tại đó quả cầu được thả xuống, bán kính r , và khối lượng riêng ρ của quả cầu. Tất cả các giá trị của các tham số đầu vào được nhập thông qua bàn phím tại các dấu nhắc lệnh tương ứng và được xác thực bằng cách nhấn phím **Enter**.

Để bắt đầu, hãy nhập đúng mã số như dòng sau:

Experiment



VNM-S-2 E-1 Q-2

Q1-2

Vietnam Experiment Final (Vietnam)

Enter Valid Authorization Key: 12345678.888

Nếu em nhập sai mã số, chương trình sẽ chuyển vào chế độ thử nghiệm (test mode); em cần phải khởi động lại chương trình.

Hiển thị điển hình của chương trình sau mỗi lần nhập số liệu trông như sau (cần chú ý rằng dấu < hiển thị trong chương trình là dấu $\leq$):

```
0 < h (m) < 2000 | h (m): 90
5 < r (cm) < 50 | r (cm): 13
0.1 < rho (g/cm^3) < 10.0 | rho (g/cm^3): 2
...
t (s) = 3.5, s (m) = 0.1
=====
0 < h (m) < 2000 | h (m): _
```

Đầu tiên, em hãy nhập độ cao h theo đơn vị m (con số nằm giữa 0 và 2000), rồi nhập bán kính r của quả cầu theo đơn vị cm (con số nằm giữa 5 và 50) và cuối cùng là khối lượng riêng ρ theo đơn vị g/cm^3 (con số nằm giữa 0.1 và 10). Mỗi lần nhập xong phải gõ phím **Enter**. Chương trình sẽ hiển thị ra giá trị t tính theo giây (s) và s tính theo mét (m).

Sau đó, chương trình sẽ quay lại bước nhập độ cao để lặp lại thí nghiệm.

Nếu nhập giá trị nằm ngoài phạm vi của thí nghiệm, chương trình sẽ thông báo lỗi,

Value Out Of Bounds!

và sau đó đưa em trở lại dấu nhắc để nhập lại số liệu.

Độ cao h nhập vào sẽ được làm tròn đến 1 m, r đến 1 cm và ρ đến 0.01 g/cm^3 . (Chẳng ích gì khi cố gắng nhập những con số chính xác hơn).

Các kết quả của thí nghiệm sẽ có các sai số ngẫu nhiên đi kèm mô phỏng các sai số mà ta thường xuyên gặp phải trong thực tế. Sai số đó có thể nhận ra được thông qua các biến động của các số liệu đầu ra.

Mỗi khi cần thoát khỏi chương trình, em hãy nhấn tổ hợp **Ctrl+C**.

Cho các hằng số và hệ thức hữu ích sau:

Hằng số hấp dẫn $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.

Hằng số khí $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$,

$0^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$.

Lực cản của không khí vào một quả cầu có tiết diện A và chuyển động với tốc độ v trong không khí có khối lượng riêng ρ_a được cho bởi:

$$F_d = 0.24A\rho_av^2.$$

Khối lượng riêng của khí quyển đoạn nhiệt phụ thuộc vào độ cao theo công thức:

$$\rho_a(h) = \rho_{a0} \left(1 - \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{\mu g h}{RT_0} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = \rho_{a0} \left(1 - \frac{h}{H_0} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}},$$

Điều này là đúng cho đến điểm cao nhất của tầng khí quyển, mà ở đó $T = 0$ K. Ở đây, γ là hệ số đoạn nhiệt, μ là khối lượng mol của không khí (tức là khí trong khí quyển của hành tinh), g là gia tốc rơi tự do và h là độ cao tính từ bề mặt hành tinh.

Phần A. Các thông số của hành tinh (3.0 points)

A.1	Hãy xác định gia tốc rơi tự do g trên hành tinh bằng cách thực hiện một số phép đo thích hợp và vẽ một đồ thị thích hợp vào phiếu trả lời. Hãy trình bày tính toán sai số của kết quả.	2.0pt
A.2	Khi đi xa ra khỏi tháp dọc theo xích đạo, em thấy mình có thể nhìn thấy tháp ở khoảng cách xa nhất là $L = 230$ km (đây là khoảng cách giữa em và đỉnh của tháp). Em hãy cho biết bán kính R của hành tinh bằng bao nhiêu? Em có thể giả thiết rằng chiều cao của bản thân em là rất nhỏ so với chiều cao của tháp.	0.5pt
A.3	Hãy ước tính khối lượng M của hành tinh. Hãy trình bày tính toán sai số của kết quả. Theo em, hiệu ứng vật lý nào ảnh hưởng nhiều nhất đến độ chính xác của sự ước tính của em về M ? Trong phiếu trả lời, hãy đánh dấu vào hiệu ứng thích hợp.	0.5pt

Phần B. Các thông số của khí quyển (6.5 points)

B.1	Hãy xác định tốc độ gió u trên bề mặt của hành tinh bằng cách thực hiện một số phép đo thích hợp và vẽ một đồ thị thích hợp vào phiếu trả lời. Hãy trình bày tính toán sai số của kết quả.	2.0pt
B.2	Hãy tính mật độ khối lượng không khí ρ_{a0} trên bề mặt của hành tinh bằng cách sử dụng lại dữ liệu trước đó hoặc thu thập dữ liệu bổ sung và vẽ một đồ thị thích hợp vào phiếu trả lời. Hãy trình bày tính toán sai số của kết quả.	1.0pt
B.3	Giả sử bầu khí quyển là đoạn nhiệt với hệ số đoạn nhiệt là $\gamma = 1.4$, hãy xác định độ dày H_0 của bầu khí quyển bằng cách thực hiện một tập hợp phép đo thích hợp và vẽ một đồ thị thích hợp vào phiếu trả lời. Hãy trình bày tính toán sai số của kết quả.	3.0pt
B.4	Hãy xác định khối lượng mol μ của không khí và áp suất p_0 của không khí ở chân tháp. Hãy trình bày tính toán sai số của kết quả.	0.5pt

Phần C. Độ dài của một ngày (2.5 points)

Experiment



VNM-S-2 E-1 Q-4

Q1-4

Vietnam Experiment Final (Vietnam)

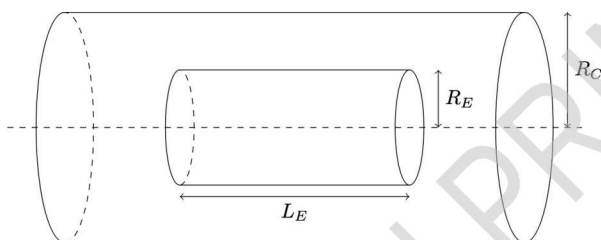
- | | | |
|------------|---|-------|
| C.1 | Hãy tính độ dài của một ngày, T_p , trên hành tinh bằng cách thực hiện một số phép đo thích hợp và vẽ một đồ thị thích hợp vào phiếu trả lời. Hãy trình bày tính toán sai số của kết quả. | 2.5pt |
|------------|---|-------|

DELEGATION PRINT

Điốt hình trụ (8.0 pts)

Thiết lập thí nghiệm và các nhiệm vụ

Một điốt chân không hình trụ được tạo thành từ hai cực dạng mặt trụ đặt đồng trục. Cực phát (emitter), có bán kính R_E và độ dài L_E , là nguồn phát ra các electron; các electron này chuyển động qua vùng chân không tới cực thu (collector), có bán kính R_C và độ dài xem là vô hạn. Cực thu được đặt ở điện thế dương V , còn cực phát được nối đất, nên các electron bị kéo từ cực phát đến cực thu.



Cực phát được nung nóng sao cho luôn có electron dư được tăng tốc về phía cực thu bởi hiệu điện thế. Các electron điền đầy chân không và hình thành plasma. Do tính chất của plasma, nên dòng điện chạy qua điốt có một giá trị lớn nhất, phụ thuộc vào điện thế của cực thu và hình dạng, kích thước của hệ.

Trong toàn bộ thí nghiệm này, em cần chọn các thông số sao cho $R_C \geq 5R_E$.

Khi L_E đủ lớn so với R_C , ta có thể giả thiết rằng cường độ dòng điện lớn nhất chạy qua điốt là

$$I_\infty = GR_C^\alpha L_E^\beta V^\gamma \quad (1)$$

trong đó $G = G(R_C/R_E)$ không phải là hằng số, mà là một hàm phụ thuộc vào tỷ số R_C/R_E .

Khi L_E có cùng cấp độ lớn với R_C , ta cần hiệu chỉnh biểu thức trên, và cường độ dòng điện lớn nhất chạy qua điốt được cho bởi

$$I_L = I_\infty F(R_C, R_E, L_E, V) \quad (2)$$

trong đó F là một hàm không thứ nguyên phụ thuộc vào một vài hoặc tất cả các đại lượng R_C , R_E , L_E , và V . Phương trình (1) là trường hợp đặc biệt của phương trình (2) khi $F = 1$.

Trong thí nghiệm mô phỏng này, em có thể điều chỉnh bán kính của các mặt trụ từ 0.1 cm tới giá trị cực đại 20.0 cm, với bước nhảy 0.1 cm; độ dài hình trụ có thể chọn từ 1.0 cm đến 99.0 cm, cũng với bước nhảy 0.1 cm. Ta có một nguồn điện mô phỏng cung cấp điện thế dương cho cực thu với giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 2000 V, và một ampe kế dùng để đo dòng qua điốt.

Em nên đọc lướt qua toàn bộ các nhiệm vụ trước khi bắt đầu, phân tích để lựa chọn giá trị các thông số và lên kế hoạch thu thập dữ liệu sao cho hiệu quả nhất.

Mô tả phần mềm mô phỏng

Chương trình mô phỏng, có tên **Exp2**, cho phép người dùng thực hiện số lượng không giới hạn các phép đo dòng lớn nhất I với bộ giá trị khác nhau của các thông số đầu vào: bán kính cực thu R_C , bán kính R_E và độ dài L_E của cực phát, và hiệu điện thế V giữa cực phát và cực thu. Tất cả các thông số đầu vào được nhập qua bàn phím sau mỗi dấu nhắc tương ứng và được xác nhận bằng cách nhấn phím **Enter**.

Experiment



VNM-S-5 E-2 Q-2

Q2-2

Vietnam Experiment Final (Vietnam)

Để bắt đầu, hãy nhập đúng mã số như dòng sau:

Enter Valid Authorization Key: 12345678.888

Nếu em nhập sai mã số, chương trình sẽ chuyển vào chế độ thử nghiệm (test mode); em cần phải khởi động lại chương trình.

Giao diện điển hình của một chu kỳ mô phỏng trông như sau (chú ý dấu < hiển thị trong chương trình là dấu $\leq$)

```
0.1 < R_C (cm) < 20.0 | R_C (cm): 18.5
0.1 < R_E (cm) < 20.0 | R_E (cm): 13.2
0.1 < L_E (cm) < 99.0 | L_E (cm): 35.3
1.0 < V_C (V) < 2000.0 | V_C (V): 207

I (A) = 1.04
=====
0.1 < R_C (cm) < 20.0 | R_C (cm):
```

Đầu tiên, em nhập bán kính cực thu, tiếp đến là bán kính cực phát, tiếp nữa là chiều dài cực phát, mỗi giá trị theo đơn vị cm, và cuối cùng là hiệu điện thế theo đơn vị V. Mỗi lần nhập cần xác nhận bằng nhấn phím **Enter**.

Sau đó chương trình sẽ quay trở lại dòng nhắc nhập giá trị bán kính cực thu.

Nhập một giá trị ngoài phạm vi cho phép của thí nghiệm, chương trình sẽ báo lỗi,

Value Out Of Bounds

và đưa em trở lại dấu nhắc nhập lại giá trị.

Tất cả các giá trị độ dài sẽ được làm tròn về giá trị gần nhất theo mm, trong khi tất cả các giá trị điện thế sẽ được làm tròn về giá trị gần nhất theo V. Nhập các giá trị chính xác hơn không cải thiện độ chính xác của phép đo. Tuy nhiên, phần mềm sẽ tự điều chỉnh giá trị lệch đi với độ lệch lớn nhất là 0.5 mm cho độ dài, và 0.5 V cho điện thế. Vì vậy, các phép đo lặp lại có thể cho các giá trị cường độ dòng điện khác nhau.

Ampe kế là tự động điều chỉnh thang đo, chỉ hiển thị tối đa ba chữ số có nghĩa, và chuyển đổi giữa thang đo A và mA một cách phù hợp. Sai số là $\pm \frac{1}{2}$ của bậc của chữ số hiển thị cuối cùng. Cần chú ý xem kết quả thể hiện theo mA hay A.

Khi cường độ dòng điện vượt quá 40 A, ampe kế sẽ bị cháy. Chương trình sẽ thông báo và tự động chỉnh lại ampe kế cho lần đo tiếp theo.

Mỗi khi cần đóng chương trình để khởi động lại, nhấn tổ hợp phím **Ctrl+C**.

Phần A: Tìm các số mũ (4.5 pts)

Tìm các giá trị số mũ trong phương trình (1), trình bày cách tính sai số với mỗi kết quả:

Experiment



VNM-S-5 E-2 Q-3

Q2-3

Vietnam Experiment Final (Vietnam)

A.1	Thu thập các số liệu cần thiết để xác định số mũ γ của biến số V . Vẽ đồ thị thích hợp vào giấy vẽ đồ thị được cấp. Để thuận tiện, các em được cung cấp hai loại giấy vẽ đồ thị thang tuyến tính và thang loga trong phiếu trả lời nhưng em chỉ cần vẽ một đồ thị. Xác định giá trị của γ và trình bày tính toán sai số của kết quả.	1.5pt
A.2	Thu thập các số liệu cần thiết để xác định số mũ β của biến số L_E . Vẽ đồ thị thích hợp vào giấy vẽ đồ thị; một đồ thị là đủ. Xác định giá trị của β và trình bày tính toán sai số của kết quả.	1.5pt
A.3	Thu thập các số liệu cần thiết để xác định số mũ α của biến số R_C . Vẽ đồ thị thích hợp vào giấy vẽ đồ thị; một đồ thị là đủ. Xác định giá trị của α và trình bày tính toán sai số của kết quả.	1.5pt

Phần B: Tìm Hệ số tỷ lệ G (1.0 pts)

Tìm giá trị của hàm G khi $R_C = 10R_E$:

B.1	Sử dụng lại các số liệu của phần trước hoặc đo thêm các số liệu mới, hãy xác định giá trị của G khi $R_C = 10R_E$ và trình bày tính toán sai số của kết quả.	1.0pt
------------	--	-------

Phần C: Tìm hàm không thứ nguyên F (2.5 pts)

Bằng thực nghiệm, hãy xác định xem đại lượng nào trong các đại lượng R_E , L_E , và V ảnh hưởng đến F trong phương trình (2) khi L_E cùng cấp độ lớn với R_C .

C.1	Trong danh sách các biến trên phiếu trả lời, nêu rõ xu hướng biến đổi của F , ví dụ F tăng lên, giảm đi hay gần như không đổi khi R_C tăng lên?	0.5pt
C.2	Ta nhận thấy rằng khi $L_E \approx R_C$, hàm F có thể xem gần đúng là phụ thuộc tuyến tính vào một biến x , trong đó x là một hàm của chỉ hai trong các đại lượng R_C , R_E , L_E , và V . Trong phiếu trả lời có một vài dạng hàm khả dĩ của x ; hãy chọn hàm phù hợp nhất.	0.5pt
C.3	Giả thiết có được hàm tuyến tính $F(x) = A + Bx$ khi $L_E \approx R_C$, hãy xác định bằng thực nghiệm thông số B . Giới hạn trong khoảng $R_C/2 \leq L_E \leq 2R_C$. Vẽ đồ thị thích hợp của F theo một đại lượng x thích hợp để làm cho F gần đúng là hàm tuyến tính. Không cần phân tích sai số.	1.5pt