

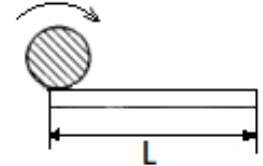
**ДАРЫН» РЕСПУБЛИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ ОРТАЛЫҒЫ**  
**ФИЗИКА ПӘНІ БОЙЫНША РЕСПУБЛИКАЛЫҚ ОЛИМПИАДАНЫҢ ҮШІНШІ**  
**(ОБЛЫСТЫҚ) КЕЗЕҢІ (2023-2024 ОҚУ ЖЫЛЫ)**

**11 сынып, 1 тур**

*Жұмыс уақыты: 4 сағат*

**Есеп\_1 [7 ұпай].** Массалары бірдей екі астероид, белгілі бір уақытта олардың  $v_1$  және  $v_2$  жылдамдықтары параллель және қарама-қарсы бағытта бағытталып және астероидтар центрлерін қосатын ұзындығы  $l$  кесіндімен  $\alpha$  бұрыш жасайтындай етіп, қозғалады. Егер қозғалыс барысында астероидтар минималды  $R$  қашықтыққа жақындайтын болса, астероидтың массасын анықтаңыз.

**Есеп\_2 [7 ұпай].** Тегіс үстелде массасы  $M$  және ұзындығы  $L = 1$  м тақта орналасқан, оның төменгі беті тегіс, ал жоғарғы жағы кедір-бұдыр. Тақтаның шетіне,  $\omega_0 = 60$  рад/с бұрыштық жылдамдыққа дейін айналдырылған, радиусы  $R = 10$  см біртекті цилиндр қойылады. Тақта мен цилиндр арасындағы үйкеліс коэффициенті  $\mu = 0,2$ .



- 1) Цилиндр мен тақта қандай жылдамдықтармен бір-бірінен ажырап қозғалады?
- 2) Қанша уақытта цилиндр тақтадан ажырайды?

$M = m$  және  $M = \frac{m}{6}$  мәндері үшін сандық жауаптарды табыңыз.

**Есеп\_3 [9 ұпай].** Егер сәуле абсолютті қара денедегі қуыс ішінде шектелсе, онда белгілі бір уақыттан кейін сәулелену осы денемен термодинамикалық тепе-теңдікке келеді, сондықтан мұндай сәулеленуді тепе-теңдік күйдегі фотонды газ ретінде қарастыруға болады. Фотондар арасындағы әрекеттесу мүлде жоқ деп есептеуге болады, бұл идеал газ моделіне сәйкес келеді.

Мұндай газдың күй теңдеуі мынадай түрге ие

$$P = \frac{u}{3}$$

мұндағы  $u$  – бірлік көлемдегі ішкі энергия. Сонымен қатар,  $u = \alpha T^4$ , мұндағы  $\alpha$  – тұрақты.

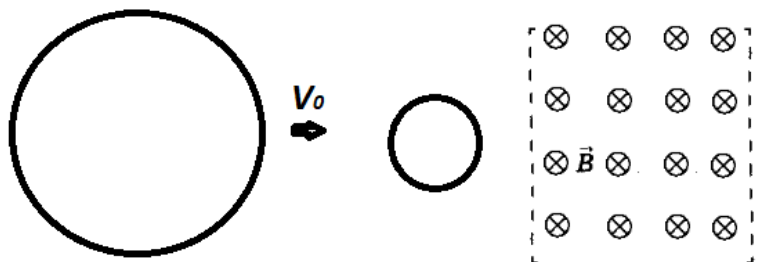
1) Фотонды газды пайдаланатын, Карно циклі бойынша жұмыс істейтін жылу машинасын қарастырайық. Фотонды газ үшін изобарлық процесс ( $P = const$ ) бір мезгілде изотермиялық ( $T = const$ ) болып табылады. Фотонды газдың энергиясын түрлендіру ПӘК-і идеал газ үшін Карно циклінің ПӘК-не тең екенін көрсетіңіз.

2) Фотонды газ, төмендегі заңдылық бойынша ұлғаятын, радиусы  $r$  идеал сфералық адиабаталық қабықшамен қоршалған деп есептеңіз

$$\frac{dr}{dt} = \beta r$$

мұндағы  $\beta$  – тұрақты шама.  $t = 0$  кезінде қабықшаның радиусы  $r_0$  және температурасы  $T_0$ .  $t > 0$  кезіндегі  $T(t)$  температурасын анықтаңыз.

**Есеп\_4 [7 ұпай].** Радиустары  $r$  және  $3r$  болатын екі өткізгіш сақина бірдей сымнан жасалған. Сақиналар тегіс үстелде жатыр. Үлкен сақинаға  $v_0$  горизонталь жылдамдық беріледі, содан кейін олардың арасында орталық серпімді соқтығыс орын



алады. Соққыдан кейін сақиналар біртекті вертикаль магнит өрісі бар аймақтың шекарасына қарай нормаль бойымен қозғалады. Егер үлкен сақина осы аймақтың ішінде толығымен тоқтап қалса, онда кіші сақина сол аймақтан қандай жылдамдықпен ұшып шығады? Бұдан кейін сақиналардың соққылары орын алған жоқ.

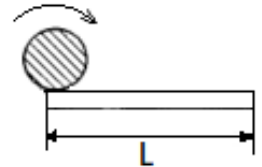
**РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ДАРЫН»  
ТРЕТИЙ (ОБЛАСТНОЙ) ЭТАП РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО  
ПРЕДМЕТУ ФИЗИКА (2023-2024 УЧЕБНЫЙ ГОД)**

**11 класс, 1 тур**

*Время работы: 4 часа*

**Задача\_1 [7 баллов].** Два астероида одинаковой массы движутся так, что в некоторый момент времени их скорости  $v_1$  и  $v_2$  оказываются параллельны и направлены в противоположные стороны и образуют угол  $\alpha$  с отрезком длиной  $l$ , соединяющим их центры. Определите массу астероида, если при дальнейшем движении они сближаются до минимального расстояния  $R$ .

**Задача\_2 [7 баллов].** На гладком столе лежит доска массы  $M$  и длины  $L = 1$  м. Её нижняя поверхность гладкая, а верхняя шероховатая. На край доски ставится однородный цилиндр радиуса  $R = 10$  см, раскрученный до угловой скорости  $\omega_0 = 60$  рад/с. Коэффициент трения между доской и цилиндром  $\mu = 0,2$ .



3) С какими скоростями разъедутся цилиндр и доска?

4) За какое время цилиндр съедет с доски?

Найти численный ответ для  $M = m$  и для  $M = \frac{m}{6}$ .

**Задача\_3 [9 баллов].** Если излучение замкнуто внутри полости в абсолютно чёрном теле, то по истечении некоторого промежутка времени излучение придёт в термодинамическое равновесие с этим телом, так что такое излучение можно рассматривать как равновесный фотонный газ. Взаимодействие между фотонами можно считать полностью отсутствующим, что соответствует модели идеального газа.

Уравнение состояния такого газа имеет вид

$$P = \frac{u}{3}$$

здесь  $u$  — внутренняя энергия на единицу объема. Кроме того,  $u = \alpha T^4$ , где  $\alpha$  — константа.

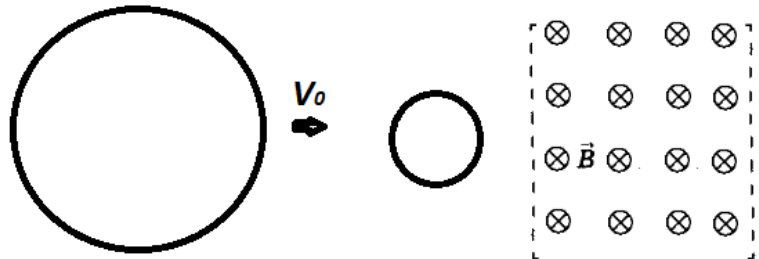
1) Рассмотрим тепловой двигатель, работающий по циклу Карно, который использует фотонный газ. Для фотонного газа изобарный процесс ( $P = const$ ) является одновременно и изотермическим ( $T = const$ ). Покажите, что КПД преобразования энергии фотонного газа равна КПД цикла Карно для идеального газа.

2) Представьте себе, что фотонный газ заключен в идеально сферическую адиабатическую оболочку радиуса  $r$ , которая расширяется по закону

$$\frac{dr}{dt} = \beta r$$

где  $\beta$  — константа. При  $t = 0$  оболочка имеет радиус  $r_0$  и температуру  $T_0$ . Определите температуру  $T(t)$  при  $t > 0$ .

**Задача\_4 [7 баллов].** Два проводящих кольца радиусами  $r$  и  $3r$  изготовлены из одинаковой проволоки. Кольца лежат на гладком столе. Большему кольцу сообщают горизонтальную скорость  $v_0$ , после этого между



ними происходит центральный упругий удар. После удара кольца движутся по нормали к границе с областью однородного вертикального магнитного поля. Если большее кольцо остановилось целиком внутри этой области, то с какой скоростью меньшее кольцо вылетело из этой области? Последующих ударов колец не происходило.