



№ 3, 2001 г. / Калейдоскоп "Кванта"

А. Леонович

А ТАК ЛИ ХОРОШО ЗНАКОМЫ ВАМ ТЕПЛОТА И РАБОТА?

© "Квант"

Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции



Сетевая образовательная библиотека "VIVOS VOCO!"
(грант РФФИ 00-07-90172)

vivovoco.nns.ru
vivovoco.rsl.ru
www.ibmh.msk.su/vivovoco

КАЛЕЙДОСКОП «КВАНТА»

Никто не сомневается, что теплота может быть причиной движения, что она даже обладает большой двигательной силой: паровые машины, ныне столь распространенные, являются этому очевидным доказательством.

Никола Карно

Если, например, тереть две металлические пластинки одна о другую, то мы будем наблюдать, как исчезает движение и, наоборот, возникает тепло, и вопрос теперь может быть только о том, является ли движение причиной тепла...

Юлиус Майер

...могучие силы природы, созданные велением творца, неразрушимы, и... во всех случаях, когда затрачивается механическая сила, получается точно эквивалентное количество теплоты.

Джеймс Джоуль

*Превращение теплоты (*caloric*) в механическое действие, вероятно, невозможно или, во всяком случае, не обнаружено... Но следует признать, что многое из того, что относится к этим фундаментальным вопросам натуральной философии, еще окружено тайной.*

Уильям Томсон (Кельвин)

Возможно превратить работу в теплоту и, наоборот, теплоту в работу, причем обе эти величины всегда пропорциональны друг другу.

Рудольф Клаузиус

Развитие тепла при той же зарядке одной и той же батареи конденсаторов – А.Л. > остается тем же самым, как бы ни была изменена замыкающая батарею проволока.

Герман Гельмгольц

А так ли хорошо знакомы вам теплота и работа?

В приведенных выдержках из работ выдающихся ученых наглядно отражается интерес, проявившийся ими к проблеме взаимосвязи двух понятий, до поры до времени рассматриваемых как самостоятельные. Доказательство Джоулем эквивалентности воздействий на тело путем совершения работы и путем нагревания продемонстрировало возможность превращения одной формы энергии в другую, что безусловно внесло немалый вклад в открытие фундаментального закона сохранения энергии.

Помимо огромного вклада в науку, эти понятия внесли решающую лепту и в практику – без преувеличения можно утверждать, что промышленная революция не могла бы произойти, если бы люди не научились эффективно производить работу из тепла. Например, небольшая часть железнодорожного транспорта, почти весь автомобильный транспорт и полностью вся авиация (включая и ракеты) представляют собой по сути тепловые машины. Однако непрерывающаяся борьба в поисках лучшего их использования имеет еще одну, не менее важную для человечества, сторону – нарастающую угрозу планетарного потепления. В ближайшие годы науке придется вплотную заняться решением этой и подобных ей глобальных проблем.

Вот почему нам стоит сегодня обратиться к этой теме. И вовсе не исключено, что понадобятся и ваши знания.

Вопросы и задачи

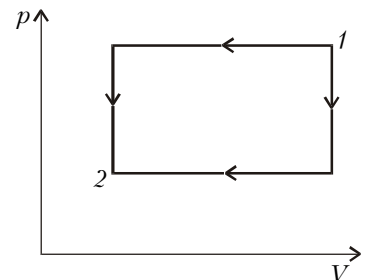
1. Почему сверло дрели во время работы становится настолько горячим, что может обжечь, а спички от «чирканья» и вовсе вспыхивают?
2. Какая из шин автомобиля нагреется больше при его движении – слабо или сильно накачанная?
3. Кинетическая и потенциальная энергии автомобиля, движущегося по горизонтальному пути с постоянной скоростью, остаются неизменными. На что же тогда расходуется энергия сжигаемого топлива?
4. Несколько частиц сталкиваются так, что максимально возможная часть их кинетической энергии переходит во внутреннюю. Как движутся частицы после столкновения?
5. С неподвижным шаром сталкивается движущийся шар такой же массы, после чего они движутся как одно целое. Какая доля механической энергии перешла во внутреннюю?
6. На наклонную плоскость втаскивают массивное тело, прикладывая к нему постоянную силу, направленную параллельно плос-

кости. Каким может быть знак работы силы реакции опоры?

7. При большой физической нагрузке в организме человека вырабатывается столько тепла, что без его рассеяния температура тела возрастала бы на 15 градусов Цельсия в час. Как же мы избавляемся от «лишнего» тепла?

8. Можно ли указать процесс, в котором газ нагревается, отдавая тепло?

9. Идеальный газ может переходить из одного состояния в другое двумя путями: первый раз сначала по изобаре, затем по изохоре; второй раз – сначала по изохоре,

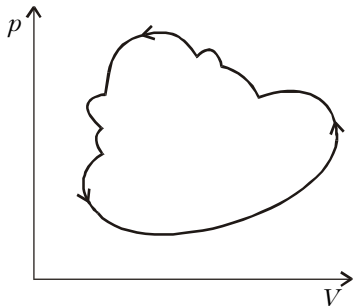


затем по изобаре. При каком переходе выделяется больше тепла?

10. В каком случае при сжатии газа в цилиндре до одного и того же конечного объема совершается большая работа: при медленном движении поршня или при быстром? Цилиндр не теплоизолирован.

11. Циклический процесс, со-

вершаемый с рабочим телом в некотором устройстве, имеет вид, показанный на рисунке. Что это за устройство: тепловая машина или холодильник?



12. Как известно, температура выхлопных газов мотоцикла на выходе из глушителя в несколько раз ниже температуры, достигаемой в цилиндре двигателя. Почему?

13. Что в конечном итоге играет роль холодильника в тепловых машинах, используемых людьми?

14. Каким путем эффективнее повышать КПД машины Карно – увеличивая температуру нагревателя при неизменной температуре холодильника или на столько же понижая температуру холодильника при фиксированной начальной температуре нагревателя?

15. Является ли отопление помещений с помощью электронагревательных приборов энергетически наиболее выгодным?

16. Два одинаковых конденсатора зарядили до одного и того же напряжения и отключили от источника. Один из них затем сразу же разрядили, и при этом выделилось некоторое количество теплоты. В другом сначала сблизили пластины и лишь затем разрядили. Во втором случае тепловой эффект оказался меньше. Почему?

17. В однородном горизонтальном магнитном поле находятся две проводящие вертикальные рейки, верхние концы которых замкнуты на резистор. По рейкам с установившейся скоростью скользит вниз массивный проводник. В какие виды энергии переходит работа силы тяжести?

Микроопыт

Распрямите, хотя бы частично, обычную металлическую скрепку

и быстро согните ее несколько раз в ту и другую сторону. Затем сразу же прикоснитесь к месту сгиба языком. Что вы почувствовали? Почему?

Любопытно, что...

...в своем сочинении «Размышления о движущей силе огня», посвященном исследованию эффективности тепловых машин, Карно ввел в научный обиход множество понятий, сохранившихся до наших дней. Главное, что в нем ученому удалось прийти к идее, лежащей в основе второго закона термодинамики, причем раньше, чем был установлен первый ее закон!

...для определения механического эквивалента теплоты Джоуль измерял нагрев жидкости, помещенной в магнитное поле, при вращении в ней электромагнита; продавливал определенное количество жидкости сквозь узкие трубы; вычислял тепло, выделявшееся при сжатии газа; наконец, применял гребное колесо для перемешивания (порознь) воды, семенного масла и ртути.

...изучение нервных волокон и энергетики мускульного сокращения, а также исследование процессов гниения и брожения послужили Гельмгольцу стимулом для написания сочинения «О сохранении силы», где впервые с исчерпывающей ясностью был сформулирован закон сохранения энергии.

...новое понимание процессов взаимного превращения теплоты и работы нашло свое отражение в названии обобщающего труда Клаузиуса «Механическая теория тепла», под которой он понимал термодинамику и молекулярную физику.

...автор одной из формулировок второго закона термодинамики Томсон (лорд Кельвин) преподал пример редкого научного долголетия: он занимал кафедру натуральной философии в университете Глазго в течение 53 лет! После же своей отставки Томсон зачислил себя стажером-исследователем – для таких сотрудников не было ограничений по возрасту.

...за более чем двухвековую историю строительства тепловых двигателей КПД лучших из них едва

достиг 50% из-за запретов, наложенных самой природой перехода тепловой энергии в механическую работу.

...во время торможения спутника в атмосфере высота его орбиты уменьшается, но скорость при этом увеличивается. Снижаясь, спутник движется по спиральной траектории так, что сила тяготения совершает положительную работу, половина которой идет на увеличение кинетической энергии спутника, а другая половина переходит во внутреннюю энергию.

...изучение показаний чувствительных термометров, установленных на всех континентах, кроме Антарктиды, приводит к выводу, что за прошедшие 500 лет средняя температура Северного полушария выросла на 1,1 градуса Цельсия. Более половины этого прироста приходится на одно лишь последнее столетие, что ученые связывают с тепловым загрязнением атмосферы за счет деятельности человека.

Что читать о теплоте и работе в «Кванте»

(публикации последних лет)

1. «Расширение газа в пустоте» – 1996, Приложение №4, с.50;
2. «Тепловой насос» – 1996, Приложение №4, с.56;
3. «Внутренняя энергия и теплота» – 1997, №1, с.41;
4. «Теплоемкость идеального газа» – 1997, №2, с.45;
5. «О квантовой природе теплоты» – 1998, №3, с.7;
6. «Фазовые переходы в задачах по физике» – 1998, №3, с.50;
7. «Как зависит U от p ?» – 1998, №5, с.39;
8. «Теорема об изменении кинетической энергии» – 1999, Приложение №2, с.51;
9. «Паровой скалолаз, или Термодинамика для альпиниста» – 1999, №5, с.34;
10. «Внутренняя энергия идеального газа» – 2000, №1, с.38;
11. «Закон сохранения энергии для одноатомного идеального газа» – 2000, №2, с.49;
12. «Нагревать или сообщать количество теплоты?» – 2001, №2, с.31.

Материал подготовил
А.Леоневич

