E-LKPD TERMODINAMIKA

HUKUM II TERMODINAMIKA

BERBASIS STEM



Fisika SMA

Kelas XI Fase F

Nama Kelompok: _____

LIVEWORKSHEETS

LIVEWORKSHEETS

Identitas

Sekolah: SMAN 2 Padang Panjang
Mata Pelajaran: Fisika
Kelas/Fase: XI/F
Semester: 2
Alokasi Waktu: 3 x 45 menit (3 JP)

Anggota Kelompok:

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menghitung tingkat efisiensi termal sistem termos sederhana menggunakan rumus Hukum II Termodinamika secara teliti.
2. Peserta didik dapat menganalisis hubungan antara karakteristik nilai konduktivitas material isolator dengan jenis perpindahan kalor (konduksi, konveksi, radiasi) pada wadah termos secara logis.
3. Peserta didik dapat mengevaluasi gejala kebocoran energi termal pada rancangan termos sederhana berdasarkan data grafik/perubahan suhu secara kritis.

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

Hukum II Termodinamika: Kalor alami selalu mengalir dari tempat PANAS ke tempat DINGIN. Energi ini tidak bisa berbalik arah sendiri tanpa usaha dari luar.

Dua Prinsip Utama Hukum II Termodinamika

1.Pernyataan Clausius (Arah Aliran Panas)

Panas tidak mungkin berpindah dari tempat bersuhu rendah ke tempat bersuhu tinggi secara mandiri.

(Contohnya pada kulkas: kompresor memerlukan daya listrik sebagai usaha luar untuk memindahkan panas dari dalam ruang pendingin ke lingkungan sekitar).

2. Pernyataan Kelvin-Planck (Batas Efisiensi Energi)

Tidak ada satu pun sistem atau mesin kalor yang mampu mengonversi seluruh (100%) energi panas yang diserap menjadi usaha secara utuh. Dalam setiap siklus perpindahan energi, selalu ada sebagian panas sisa yang terbuang ke lingkungan.

Fisikawan Sadi Carnot merancang sebuah model teoritis bernama Siklus Carnot untuk menghitung batas efisiensi tertinggi yang bisa dicapai oleh suatu sistem term termodinamika.

Melalui perhitungan Siklus Carnot, kita memahami satu fakta penting: wadah penyimpan panas seperti termos tidak mungkin menahan panas secara sempurna tanpa kebocoran sama sekali. Namun, melalui rekayasa desain dan pemilihan material yang tepat, kita dapat meminimalkan kebocoran energi tersebut secara signifikan.

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

Bagaimana energi panas bergerak dalam Siklus Carnot?

VIDEO

"Sebelum kelompokmu mulai merakit termos dari botol bekas, ada satu trik rahasia dari pabrik termos komersial yang wajib kita tiru agar airmu tidak cepat dingin. Jangan sampai salah langkah, yuk tonton video singkat ini!"

VIDEO

Jika Siklus Carnot adalah model mesin paling ideal dan efisien di alam semesta, mengapa efisiensinya tetap tidak bisa mencapai 100%?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

LIVEWORKSHEETS

Mungkinkah kopi yang sudah dingin tiba-tiba menyerap panas dari udara ruangan lalu mendidih kembali dengan sendirinya? Mengapa?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TECHNOLOGY (T)

Meneliti, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan dan tindakan

Di balik bentuknya yang sederhana, botol termos modern merupakan hasil dari rekayasa manufaktur presisi tinggi. Secara alami, energi panas dari air di dalam botol akan selalu berusaha meloloskan diri ke lingkungan luar melalui tiga jalur fisika: konduksi (rampatan lewat padatan), konveksi (aliran lewat gas), dan radiasi (pancaran inframerah).

Untuk menyumbat ketiga jalur tersebut, industri termos menerapkan tiga rekayasa teknologi utama dalam proses produksinya.

LIVEWORKSHEETS

LIVEWORKSHEETS

1. Teknologi Sedot Udara dan Segel Kaca

Dua tabung logam dibentuk lalu digabungkan menjadi satu. Botol ini kemudian dimasukkan ke dalam mesin penyedot udara khusus hingga seluruh udara di antara dinding dalam dan luar tersedot habis (menjadi ruang hampa). Sebelum dikeluarkan dari mesin, lubang bekas sedotan udara langsung ditutup dan dilas rapat menggunakan lelehan kaca khusus pada suhu tinggi agar udara tidak bisa masuk kembali.

2. Teknologi Lapisan Tembaga Pemantul Panas

Ruang hampa udara memang bisa menghentikan kebocoran panas secara konduksi dan konveksi, tetapi tidak bisa menghentikan pancaran panas (radiasi). Oleh karena itu, permukaan dinding dalam termos disemprot dengan lapisan tembaga yang sangat tipis. Lapisan mengilap ini berfungsi seperti cermin yang memantulkan kembali pancaran panas ke dalam air.

3. Teknologi Tutup Plastik Kedap Udara

Bagian penutup diproduksi menggunakan mesin cetak plastik khusus dengan bahan polipropilena yang ringan dan tahan panas. Tutup ini dilengkapi dengan cincin karet silikon yang lentur agar saat diputar, celah atas termos tertutup sangat rapat dan tidak ada uap panas yang keluar.

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

Para insinyur memilih teknik dan material di atas berdasarkan data sifat fisik bahan berikut:

Material	Nilai Konduktivitas (k dalam W/m·K)	Karakteristik Efek Penyekatan
Aluminium	205	Sangat cepat mengalirkan panas (Konduktor)
Kaca	0,8	Lambat mengalirkan panas
Styrofoam / Plastik	0,03	Sangat lambat menahan panas (Isolator)
Udara Bebas	0,024	Sangat lambat menahan panas
Ruang Hampa (Vakum)	0,000	Total, tidak bisa mengalirkan panas sama sekali

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

Mengapa pabrik termos membuat ruang hampa udara (vakum) di antara dua lapisan dinding termos? Apa pengaruh keberadaan ruang vakum tersebut terhadap suhu air di dalamnya?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Jika kalian tidak punya alat pembuat ruang vakum di rumah, kombinasi bahan rongsokan apa saja yang akan kelompokmu pakai untuk meniru efek vakum tersebut? (misalnya menggunakan botol kaca dan botol plastik)

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

LIVEWORKSHEETS

Daripada botol plastik bekas di rumah dibuang jadi sampah, yuk kita ubah jadi teknologi termos yang keren! Mengapa harus beli kalau kita bisa menciptakan karya hebat sendiri? Mari kita buat sekarang!

Alat
1. Gunting
2. Pisau
3. Lakban
4. Lem
5. Termometer
6. Stopwatch

Bahan
1. Alumunium Foil
2. Botol kaca
3. Botol plastik yang lebih besar dari botol kaca



Cara Kerja
1. Bungkus botol kaca dengan alumunium foil (bagian yang mengkilap ke arah luar) hingga ketebalan kira-kira 1 cm
2. Eratkan ujung-ujungnya dengan menggunakan lakban
3. Potong leher botol plastik kira-kira 2 cm menggunakan pisau
4. Potong botol menjadi 2 dengan perbandingan 1 (bagian atas botol) : 2 (bagian bawah botol)
5. Masukkan botol kaca ke dalam botol plastik kemudian rekatkan dengan lakban dan lem
6. Termos sederhana siap untuk diuji!

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

Ukur suhu air di dalam termos setiap 5 menit menggunakan termometer dan catat hasilnya.

Waktu	Suhu Air Panas($^{\circ}C$)	Kondisi Fisik Termos
0 menit		Dingin / Biasa (Suhu ruang) Terasa Agak Hangat Terasa Panas
5 menit		Dingin / Biasa (Suhu ruang) Terasa Agak Hangat Terasa Panas
10menit		Dingin / Biasa (Suhu ruang) Terasa Agak Hangat Terasa Panas
15 menit		Dingin / Biasa (Suhu ruang) Terasa Agak Hangat Terasa Panas
20 menit		Dingin / Biasa (Suhu ruang) Terasa Agak Hangat Terasa Panas

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

Jika saat dipegang dinding luar botol plastik terasa hangat, atau tampak banyak uap air keluar dari tutupnya, jelaskan jenis perpindahan kalor apa yang gagal dihambat oleh termosmu!

Jawaban:

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

Rumus Efisiensi Termal Termos

$$\eta = \left(\frac{T_{Akhir}}{T_{Awal}}\right) \times 100\%$$

η: Efisiensi termal

T_{Awal} dan T_{Akhir}: Temperature awal dan akhir

NOTED: SEBELUM DIMASUKKAN KE DALAM RUMUS, NILAI SUHU CELSIUS HARUS DIUBAH TERLEBIH DAHULU KE SATUAN KELVIN DENGAN CARA DITAMBAH 273.

$T_{Awal}\,(K) = \qquad + 273 =$

$T_{Akhir}\,(K) = \qquad + 273 =$

$$\eta = \left(\frac{(K)}{(K)}\right) \times 100\%$$

Setelah melakukan percobaan termos sederhana, analisislah kesimpulan yang dapat diperoleh berdasarkan prinsip Hukum II Termodinamika.

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

LIVEWORKSHEETS