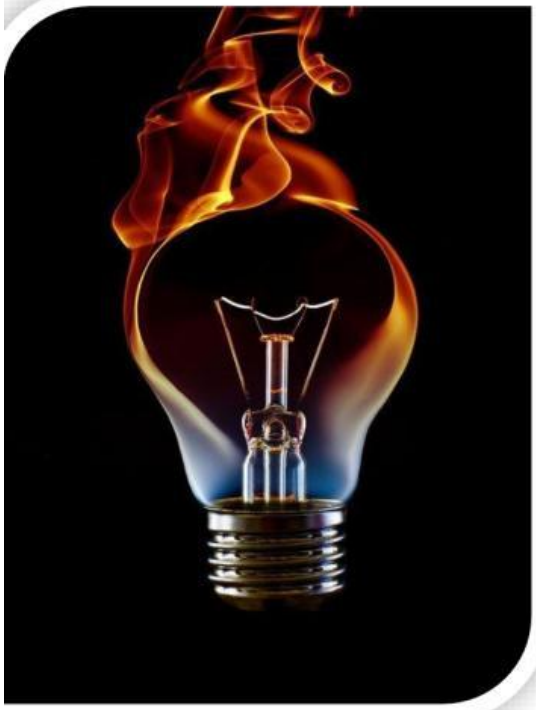
AKTIVITAS PEMBELAJARAN 3



Pada aktivitas pembelajaran 3, peserta didik diharapkan :

- Melalui kegiatan mengamati peristiwa dalam kehidupan sehari-hari serta diskusi kelompok siswa mampu membedakan tiga jenis perpindahan kalor dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Lingkup Materi:

1. Perpindahan kalor secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi
    - Konsep perpindahan kalor, Rumus matematisnya, dan penerapan dalam kehidupan sehari-hari

LIVEWORKSHEETS

Perpindahan Kalor

Stimulation

Kita telah mengetahui dari aktivitas pembelajaran sebelumnya bahwa terdapat energi yang dapat berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah yang disebut dengan kalor. Perlu diketahui benda di sekitar kita ada yang dapat menghantarkan panas dengan baik (konduktor) seperti besi, aluminium, air, dan lainnya sedangkan yang tidak dapat menghantarkan panas dengan baik (isolator) seperti kayu, kain, karet, dan lainnya

Anda pernah merebus air? Pada Gambar. 25 ketika merebus air menggunakan panci yang terbuat dari logam, kita harus hati-hati karena ketika suhu naik panci yang digunakan akan terasa panas ketika kita sentuh. Oleh karena itu pegangan panci biasanya terbuat dari bahan isolator agar tidak panas sewaktu digunakan.



Gambar 26. Memanas air

Kita juga dapat melihat bahwa air, sebagai bahan konduktor, akan menimbulkan gelembung-gelembung saat dipanaskan, yang menandakan air sedang mendidih. Seiring berjalannya waktu, Anda yang berada dekat dengan nyalanya api akan merasakan adanya udara panas selama proses perebusan air berlangsung. Mengapa hal ini bisa terjadi?

LIVEWORKSHEETS

Problem Statement

Kita mengetahui bahwa Selama ada perbedaan suhu maka kalor selalu berpindah hingga tercapai kesetimbangan panas. Semua fenomena tersebut merupakan hal yang sering dijumpai dalam keseharian kita.

Kemukakan Hipotesis/dugaan sementara ananda terkait peristiwa diatas,

- Bagaimana perpindahan kalor yang terjadi pada panci sehingga panci yang digunakan untuk merebus air terasa panas?

  .....
  .....
  .....

- Mengapa ketika air mulai mendidih dapat memicu munculnya gelembung udara?

  .....
  .....
  .....

- Mengapa badan kita juga merasakan panas ketika di dekat nyala api tersebut?

  .....
  .....
  .....

- Kemukakan pendapat Anda tentang perbedaan cara dari perpindahan kalor yang terjadi antara peristiwa diatas

  .....
  .....
  .....

Untuk memahami sebab peristiwa tersebut, maka kita harus mempelajari perbedaan dari tiga jenis perpindahan kalor.

LIVEWORKSHEETS

Data Collection

Baca dan pahami materi dibawah ini serta lakukan percobaan sesuai petunjuk yang diberikan

A. PERPINDAHAN KALOR

Kalor merupakan energi yang dapat berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Perpindahan kalor berhenti ketika suhu kedua benda sudah sama. Kondisi ketika dua benda memiliki suhu sama disebut kesetimbangan panas atau kesetimbangan termal. Selama ada perbedaan suhu maka kalor selalu berpindah hingga tercapai kesetimbangan panas. Pada waktu memasak air, kalor berpindah dari api ke panci lalu ke air. Pada waktu menyetrika, kalor berpindah dari setrika ke pakaian. Demikian juga pada waktu berjemur, badan Anda terasa hangat karena kalor berpindah dari matahari ke badan Anda.



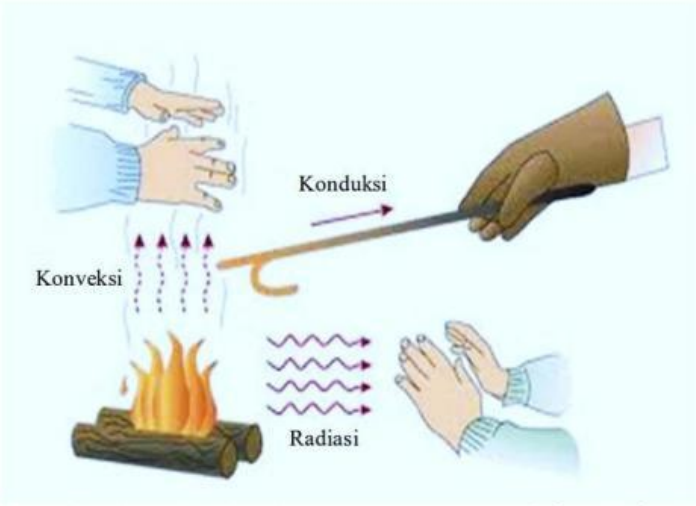
Ayo, bereksperimen

Lakukan percobaan mengenai perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

Klik ikon (Ayo, bereksperimen) untuk melanjutkan ke hal percobaan

Bagaimana cara kalor berpindah dari satu benda ke benda lainnya? Ada tiga cara kalor berpindah dari satu benda ke benda yang lain, yaitu konduksi (Hantaran), konveksi (aliran), dan radiasi (Pancaran).

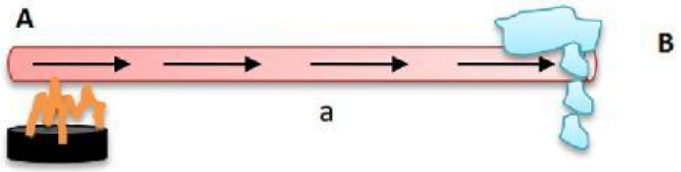
LIVEWORKSHEETS



Gambar 27. Gambar tiga cara perpindahan Kalor

1. Perpindahan kalor secara konduksi

Jika salah satu ujung batang logam dimasukkan ke dalam api atau dipanaskan, ujung batang yang lainnya akan ikut menjadi panas, walaupun tidak ikut dimasukkan ke dalam api.



Gambar 28. Perpindahan kalor secara konduksi

Pada gambar (a) di atas, batang logam dengan ujung A dipanaskan dan ujung B diberi lilin. Ternyata lilin di ujung B meleleh. Partikel-partikel pada ujung A tidak ikut berpindah ke ujung B. Oleh karena itu, *perpindahan kalor secara konduksi dapat didefinisikan sebagai perpindahan kalor yang melalui zat perantara tanpa diikuti perpindahan bagian-bagian zat tersebut. Jumlah kalor yang berpindah melalui zat tiap sekon disebut laju perpindahan kalor (Q/t).*

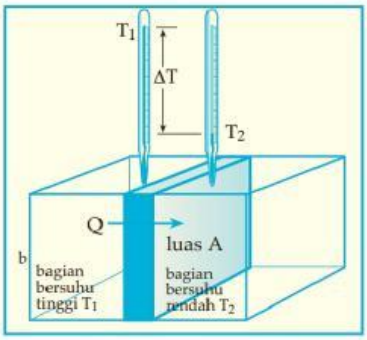
Ketika ujung zat dipanaskan maka elektron-elektron pada bagian tersebut bergerak lebih kencang (memiliki energi kinetik lebih besar). Akibatnya elektron bermigrasi ke lokasi yang memiliki energi kinetik lebih

LIVEWORKSHEETS

rendah (bagian zat yang lebih dingin). Migrasi tersebut menyebabkan tumbukan elektron yang berenergi tinggi dengan elektron yang berenergi rendah sehingga elektron yang berenergi rendah menjadi berenergi tinggi yang direpresentasikan oleh kenaikan suhu. Begitu seterusnya hingga elektron yang berenergi tinggi tersebar makin jauh dari lokasi pemanasan. Peristiwa ini merepresentasikan perambatan kalor secara konduksi.

Perpindahan kalor secara konduksi dipengaruhi oleh konduktivitas termal yang merupakan adalah kemampuan bahan dalam meneruskan panas dari suatu tempat ke tempat yang lainnya. Dalam perpindahan kalor ini diketahui Ada zat yang daya hantar panasnya baik, ada pula zat yang daya hantar panasnya buruk. Berdasarkan daya hantar panasnya maka zat dikelompokkan menjadi dua yaitu konduktor dan isolator. Konduktor adalah zat yang dapat menghantarkan panas dengan baik) antara lain: tembaga, aluminium, besi, dan baja dan Isolator adalah zat yang kurang baik menghantarkan panas), antara lain: kaca, karet, kayu, dan plastik.

Dari percobaan yang ditemukan bahwa kecepatan mengalirnya kalor dengan cara konduksi dari satu tempat ke tempat lain dalam satu potong zat bergantung pada lima faktor, yaitu selisih suhu T, luas penampang A, tebal zat L, lamanya kalor mengalir t, dan jenis zat.



Gambar 29. Menentukan kecepatan alir kalor

LIVEWORKSHEETS

Percobaan tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa Laju perpindahan kalor berbanding terbalik dengan panjang potongan logam, Laju perpindahan kalor berbanding lurus dengan luas penampang logam (A), Laju perpindahan kalor berbanding lurus dengan luas perbedaan suhu logam (ΔT). Maka laju perpindahan kalor (Q/t) dipengaruhi oleh panjang, luas penampang, perbedaan suhu ujung-ujung batang logam dan tergantung pada jenis bahan.

Secara matematis laju kalor dapat dirumuskan:

$$\frac{Q}{t} = \frac{k.A.\Delta T}{l}$$

Dengan:

Q/t = Laju perpindahan kalor (J/s)

k = konduktivitas termal bahan (w/mK)

A = Luas penampang bahan (m2)

ΔT = Perbedaan suhu ujung-ujung logam (K)

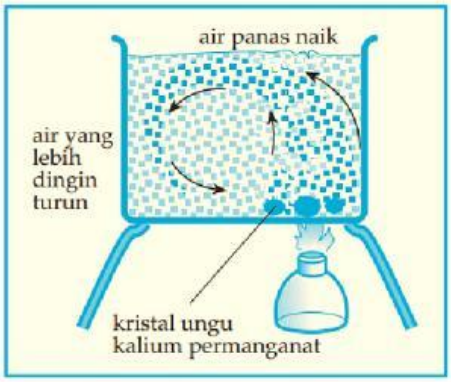
l = Panjang atau tebal bahan (m)

Contoh peristiwa konduksi ini dapat Anda temukan saat Anda memasak makanan. Panci yang digunakan untuk memasak akan mendapatkan panas atau kalor di setiap bagiannya, walaupun bagian panci yang terkena api hanyalah di bagian bawahnya. Perambatan kalor secara konduksi ini juga terjadi pada sendok yang digunakan. Oleh karena itu, tangkai sendok penggorengan dilapisi dengan bahan yang tidak menghantarkan kalor, seperti plastik atau kayu.

LIVEWORKSHEETS

2. Perpindahan kalor secara konveksi

Perhatikan gambar dibawah:



Gambar 30. Perpindahan Kalor secara konveksi di dalam air

Bagian air yang panas mula-mula di bawah. Air yang panas tersebut bergerak ke atas. Sementara tempat yang ditinggalkan diisi oleh air dingin yang berada di atasnya. Demikian seterusnya sehingga terjadi gerakan partikel air sekaligus memindahkan panas. Perpindahan panas demikian disebut konveksi yaitu perpindahan kalor yang melalui zat perantara dengan diikuti perpindahan partikel zat tersebut.

Pada perpindahan kalor secara konveksi ini terjadi perpindahan kalor dari lokasi yang bersuhu tinggi ke lokasi yang bersuhu rendah. Konveksi hanya terjadi di dalam benda yang memiliki atom atau molekul yang dapat bergerak bebas. Benda seperti ini adalah fluida yang terdiri dari zat cair dan gas. Jadi, konveksi terjadi dalam zat cair atau gas. Ketika air di dalam panci dipanaskan maka bagian air yang menerima panas adalah bagian yang bersentuhan dengan panci, khususnya bagian dasar panci. Namun, lama-lama seluruh bagian air menjadi panas karena adanya aliran molekul air dari bawah ke atas. Aliran tersebut mendesak air yang dingin yang berada di atas untuk

LIVEWORKSHEETS

turun sehingga mengalami pemanasan. suhu lebih rendah turun mengisi ruang yang ditinggalkan di dasar panci. Begitu seterusnya sehingga terjadi aliran terus-menerus fluida dari dasar panci ke atas. Dan pada akhirnya semua bagian fluida mencapai suhu yang sama.

Dari percobaan diketahui hubungan laju perpindahan kalor secara konveksi selain tergantung jenis bahan perpindahan kalor secara konveksi juga berbanding lurus dengan luas penampang (A) serta laju perpindahan kalor secara konveksi berbanding lurus dengan kenaikan suhu (ΔT).

Secara matematis laju kalor dapat dirumuskan:

$$\frac{Q}{t} = h.A.\Delta T$$

Dengan

h = koefisien konveksi(w/m2K)

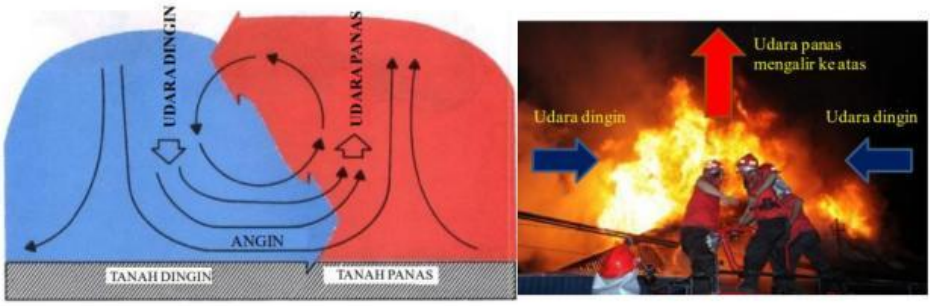
A = luas penampang (m2)

ΔT= kenaikkan suhu (K)

Q/t= laju perpindahan kalor (J/s atau w)

Fenomena konveksi berperan sangat penting dalam kehidupan manusia. Aliran udara atau angin adalah peristiwa konveksi. Udara di tempat yang bersuhu tinggi mengalami penurunan massa jenis akibat pemuaian volume sehingga mengalir ke atas. Tempat kosong yang ditinggalkan akan diisi oleh udara dingin yang memiliki massa lebih kecil dari atas samping yang memiliki massa jenis lebih besar sehingga terjadi angin arah mendatar.

LIVEWORKSHEETS



Gambar 31. Mekanisme terjadinya angin akibat konveksi

Dari contoh Gambar. 31 diatas, udara di tempat kebakaran mengalami pemanasan sehingga terjadi aliran konveksi ke atas secara cepat. Lokasi tempat kebakaran mengalami kekosongan udara. Udara dingin dari sekeliling cepat mengalir mengisi kekosongan tersebut sehingga timbul angin cukup kencang. Oleh karena itu jika terjadi kebakaran pasti timbul angin kencang. Sehingga pemadam kebakaran akan sulit memadamkan api karena angin yang cukup kencang.

3. Perpindahan kalor secara radiasi

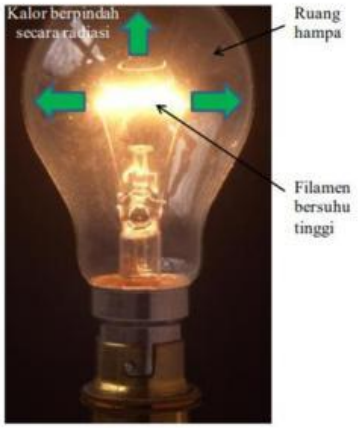
Perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi memerlukan adanya materi sebagai medium untuk membawa kalor dari daerah yang lebih panas ke daerah yang lebih dingin. Bagaimana panas matahari sampai ke bumi? Ruang antara matahari dan bumi kebanyakan hampa. Tetapi panas matahari dapat mencapai bumi. Ini salah satu bukti bahwa kalor dapat merambat tanpa perlu medium.

Matahari merupakan sumber energi utama bagi manusia di permukaan bumi ini. Energi yang dipancarkan Matahari sampai di Bumi berupa gelombang elektromagnetik. Cara perambatannya disebut sebagai radiasi, yang tidak memerlukan adanya medium zat perantara. Oleh karena itu Antara bumi dengan matahari terdapat ruang hampa yang tidak memungkinkan terjadinya konduksi dan konveksi. Akan tetapi panas matahari dapat kita rasakan. Dalam hal ini kalor tidak mungkin berpindah

LIVEWORKSHEETS

dengan cara konduksi ataupun konveksi. Perpindahan kalor dari matahari ke bumi terjadi lewat radiasi (pancaran). Jadi radiasi adalah perpindahan kalor tanpa zat perantara.

Pada lampu pijar terdapat filamen di tengahnya (kawat kecil). Ruang antara filamen dan kaca lampu adalah hampa. Ketika lampu disambung ke tegangan listrik PLN maka filamen memanas. Suhunya bisa mencapai 5.000 °C. Tetapi panas dapat dirasakan sampai ke kaca lampu dan bisa juga dirasakan sampai di luar Ini menunjukkan bahwa panas filamen dapat merambat melalui ruang hampa dalam lampu hingga mencapai lokasi di luar lampu.



Gambar 32. Peristiwa radiasi pada lampu

Panas merambat melalui radiasi, udara sendiri merupakan penghantar panas yang tidak baik sehingga menunggu panas merambat melalui udara maka diperlukan waktu yang lama bagi kita yang duduk setengah meter dari api unggun untuk merasakan panas. Disimpulkan panas dapat merambat melalui radiasi disebabkan panas tersebut dibawa oleh gelombang elektromagnetik. Setiap benda memancarkan gelombang elektromagnetik. Energi gelombang yang dipancarkan makin besar jika suhu benda masing tinggi. Salah satu komponen gelombang yang dipancarkan tersebut adalah gelombang inframerah yang membawa sifat panas. Makin tinggi suhu benda maka semakin banyak pula energi gelombang inframerah yang dipancarkan sehingga makin panas benda tersebut terasa pada jarak tertentu.

LIVEWORKSHEETS

Hasil percobaan yang dilakukan oleh Josef Stefan dan Ludwig Boltzmann mengenai pancaran kalor suatu benda. Secara matematis diperoleh :

$$\frac{Q}{t} = e.\sigma.A.T^4$$

Dengan:

e = emisivitas bahan (untuk benda hitam sempurna nilai e = 1)

σ = tetapan Stefan (5,67 x 10-8 w/m2K4)

A = luas penampang (m2)

T = Suhu mutlak (K)

Q/t = Laju kalor (J/s atau watt)

Fenomena radiasi sering ditemukan dalam kehidupan sehari hari. Oven, microwave yang digunakan dalam memasak adalah salah satu pemanfaatan dari perpindahan kalor secara radiasi.

LIVEWORKSHEETS

Contoh Soal

1. Diketahui suhu permukaan bagian dalam dan luar sebuah kaca jendela yang memiliki Panjang 2m dan lebar 1,5 m berturut turut 27° C dan 26° C. Jika tebal kaca tersebut 3,2 mm dan konduktivitas termal kaca sebesar 0,8 W/m °C, maka tentukan laju aliran kalor yang lewat jendela tersebut!

   Diketahui : a. l = 3,2 mm = 3,2 × 10-3 m2

   b. A = 2 ×1,5 = 3 m2

   c. $\Delta t = 27 - 26 = 1°\ C$

   d. k = 0,8 W/m °C

   Ditanyakan : H = ...?

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{k.A.\Delta T}{l}$$

$$= 0{,}8 \times 3 \times \frac{1}{3{,}2.10^{-3}}$$

$$= 750\ J/s$$

2. Zat cair dengan koefisien konveksi termal 0,01 kal/ms°C. Diketahui luas penampang aliran 20 cm^2. Jika zat cair tersebut mengalir dari dinding yang bersuhu 100^0C kedinding lainnya yang bersuhu 20^0C dimana kedua diding sejajar. Tentukan besarnya kalor yang dirambatkan?

   Diketahui : h = 0,01 kal/ms^0C

   $T_a = 100^0C$

   $T_b = 20^0C$

   $A = 20\ cm^2 = 2 \times 10^{-3}\ m^2$

   Ditanya : H.....?

   Dijawab :

   $H = hA\Delta T$

   $H = 0{,}01\ kal/ms^0C\ .\ (2 \times 10^{-3}\ m^2)\ .\ (100^0C - 20^0C)$

   $H = 16 \times 10^{-4}\ kal/s$

LIVEWORKSHEETS

3. Sebuah benda memancarkan radiasi sebesar 600 Joule setiap menitnya. Jika diketahui luas permukaan benda tersebut adalah 10 cm^2 dan memiliki suhu sebesar 527 °C. Tentukan emisivitas benda tersebut?

   Diketahui: P = 600 J/ menit

   A = 10 cm^2 = 10^{-3} m^2

   T = 527 °C = 527 + 273 K = 800 K

   σ = 5,67 X 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}

   Ditanya : Tentukan besar emisivitas benda tersebut (e) ?

   Jawab:

   Energi radiasi yang dipancarkan tiap menitnya adalah 600 Joule.

   Karena 1 menit = 60 detik maka energi radiasi yang dipancarkan benda tiap menitnya :

   $P = Q/t$ = 600 J $menit$ 600 J 60 $detik$ = 10 J/s

$$\frac{Q}{t} = e.\sigma.A.T^4$$

$$10 = e\ .\ (5{,}67.\ 10^{-8})(10^{-3})(800)^{\ 4}$$

$$e = 0{,}43$$

LIVEWORKSHEETS