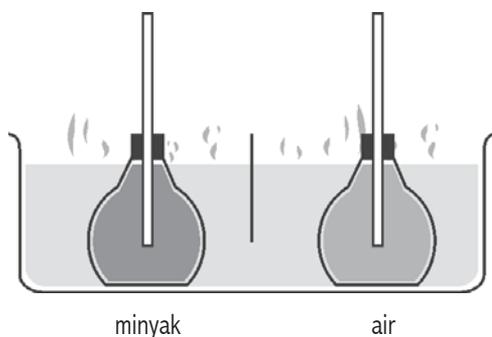


BAB 5

PEMUAIAN



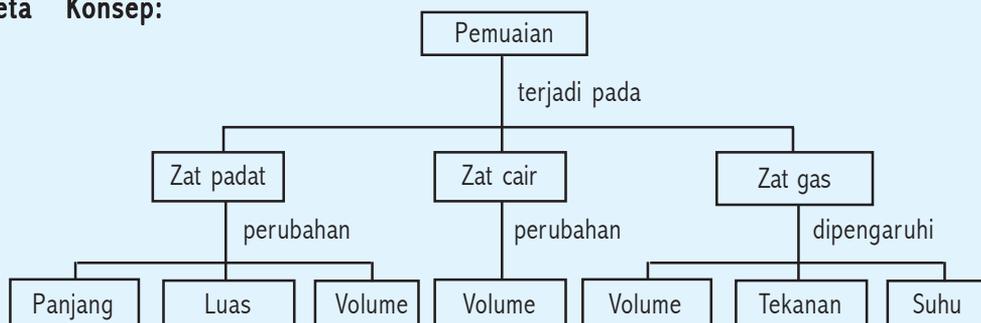
Kompetensi Dasar:

- Melakukan percobaan yang berkaitan dengan pemuaian dalam kehidupan sehari-hari.

Standar Kompetensi:

Memahami wujud zat dan perubahannya.

Peta Konsep:



A

Pemuaian

Indikator

- Peserta didik mampu menunjukkan proses pemuaian pada zat padat, cair dan gas.
- Peserta didik mampu merencanakan percobaan sederhana untuk menunjukkan pemuaian zat cair dan zat padat.
- Peserta didik mampu menunjukkan prinsip pemuaian dalam teknologi, misalnya : bimetal untuk termostat, pengelingan, pemasangan bingkai besi pada roda, pemasangan kaca.

Pernahkah kamu perhatikan, mengapa di siang hari yang panas aspal di jalan raya dapat retak-retak? Mengapa sambungan rel kereta api dibuat renggang? Pemasangan kaca juga diberi jarak? Hal ini tentu sangat berhubungan dan berkaitan dengan peristiwa pemuaian dan penyusutan zat. Suatu benda umumnya akan mengalami pemuaian apabila dipanaskan dan mengalami penyusutan saat didinginkan. Untuk itu kamu akan mempelajari tentang sifat pemuaian dan penyusutan yang terjadi pada zat padat, cair dan gas berikut ini.

1. Pemuaian Zat Padat

Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian zat padat disebut *muschen broek*. Dalam eksperimen yang dilakukan menunjukkan bahwa hampir semua benda padat apabila dipanaskan mengalami perubahan panjang, luas dan volume.

a. Muai panjang

$$L = L_0 \{ 1 + \alpha (t_2 - t_1) \}$$

Keterangan

- L = panjang setelah pemanasan atau pendinginan (m) atau (cm)
- L₀ = panjang awal (m) atau (cm)
- α = koefisien muai panjang (/⁰C)
- t₁ = suhu mula-mula (⁰C)
- t₂ = suhu akhir (⁰C)

b. Muai luas

$$A = A_0 \{ 1 + \beta (t_2 - t_1) \}$$

Keterangan

- A = luas setelah pemanasan atau pendinginan (m²) atau (cm²)
- A₀ = luas awal (m²) atau (cm²)
- β = koefisien muai luas (/⁰C)
- t₁ = suhu mula-mula (⁰C)
- t₂ = suhu akhir (⁰C)

Catatan

$$\beta = 2 \alpha$$

c. Muai volume

$$V = V_0 \{ 1 + \gamma (t_2 - t_1) \}$$

Keterangan

V = volume setelah pemanasan atau pendinginan (m^3) atau (cm^3)

V_0 = volume awal (m^3) atau (cm^3)

γ = koefisien muai volume ($/^{\circ}C$)

t_1 = suhu mula-mula ($^{\circ}C$)

t_2 = suhu akhir ($^{\circ}C$)

Catatan

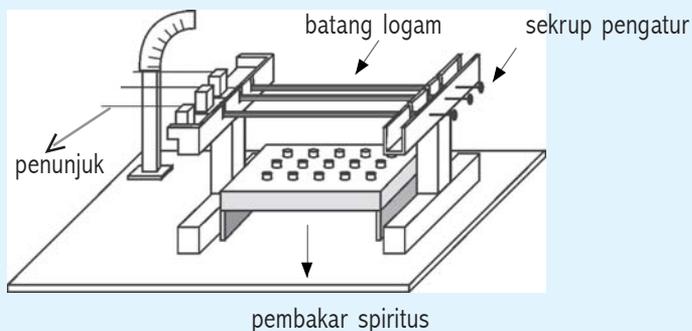
$\gamma = 3 \alpha$

Untuk lebih memahami peristiwa pemuaian pada zat padat lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 5.1 : Mengamati sifat pemuaian zat padat

Alat dan bahan

- 1) Tiga jenis batang logam yang panjangnya sama (misal aluminium, besi, dan tembaga)
- 2) Pembakar spiritus (bunsen)
- 3) Alat muschen broek



Langkah kerja

- 1) Susunlah alat muschen broek
- 2) Putar sekrup pengatur pada alat tersebut sehingga jarum penunjuk kedudukannya sama tinggi.
- 3) Panaskan batang-batang logam dengan pembakar spiritus.
- 4) Amatilah jarum penunjuk yang ditekan oleh batang logam tersebut.

Dari kegiatan 5.1 yang dilakukan diperoleh data, bahwa Aluminium memiliki pertambahan panjang lebih besar daripada tembaga dan besi. Pertambahan panjang tersebut bergantung kepada panjang awal, kenaikan suhu, dan jenis bahan.

Tabel 5.1 Koefisien muai panjang berbagai jenis zat padat

| No. | Jenis zat | Koefisien muai panjang (/ ^o C) |
|-----|-----------|---|
| 1. | Aluminium | 0,000024 |
| 2. | Perunggu | 0,000019 |
| 3. | Baja | 0,000011 |
| 4. | Tembaga | 0,000017 |
| 5. | Kaca | 0,000009 |
| 6. | Pirek | 0,000003 |
| 7. | Berlian | 0,000001 |
| 8. | Grafit | 0,000008 |

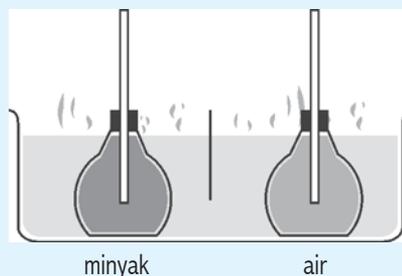
2. Pemuaiian Zat Cair

Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaiian zat cair disebut labu didih. Sifat utama zat cair adalah menyesuaikan dengan bentuk wadahnya. Oleh karena itu zat cair hanya memiliki muai volume saja. Untuk lebih jelasnya lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 5.2 : Menunjukkan pemuaiian zat cair

Alat dan bahan

- 1) Dua buah labu didih berpipa
- 2) Air
- 3) Minyak goreng
- 4) Bejana logam
- 5) Pembakar spiritus (bunsen)



Langkah kerja

- 1) Masukkan air dan minyak goreng ke dalam masing-masing labu didih.

- 2) Masukkan kedua labu tersebut ke dalam bejana logam yang berisi air. Atur sedemikian rupa sehingga kedua zat cair dalam labu berpipa memiliki ketinggian sama.
- 3) Panaskan bejana logam tersebut. Perhatikan kenaikan permukaan zat cair tersebut.
- 4) Nyatakan kesimpulanmu!

Ternyata dari kegiatan 5.2 dapat disimpulkan bahwa permukaan zat cair minyak goreng lebih tinggi daripada permukaan air. Mengapa demikian ? Minyak goreng memiliki koefisien muai volume yang lebih besar daripada air.

Tabel 5.2 Koefisien muai volume zat cair

| No. | Jenis zat | Koefisin muai volume(/°C) |
|-----|-----------|-----------------------------|
| 1. | Air raksa | 0,00018 |
| 2. | Alkohol | 0,00120 |
| 3. | Aseton | 0,00150 |
| 4. | Air | 0,00021 |
| 5. | Bensin | 0,00095 |

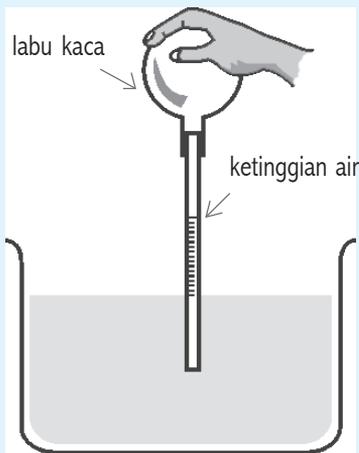
3. Pemuaian Zat Gas

Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian gas disebut dilatometer. Salah satu perbedaan antara zat gas dengan zat padat dan cair adalah volume zat gas dapat diubah-ubah dengan mudah. Misal, sebuah tabung gas elpiji. Di dalam tabung gas tentu akan mengadakan tekanan pada dinding tabung. Tekanan ini disebabkan oleh gerakan partikel gas. Lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 5.3 : *Menyelidiki pemuaian zat gas*

Alat dan bahan

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1) Gelas kimia | 5) Labu didih |
| 2) Lilin | 6) Sumbat karet |
| 3) Korek api | 7) Pipa kapiler |
| 4) Air | |



Langkah kerja

- 1) Pasanglah sumbat karet pada mulut labu didih, kemudian masukkan pipa kapiler pada lubang sumbat karet tersebut.
- 2) Isi gelas kimia dengan air, celupkan ujung pipa kapiler ke dalam air. Amati permukaan air dalam pipa kapiler!
- 3) Panasi labu didih tersebut dengan sebatang lilin. Amati apa yang terjadi pada permukaan air dalam pipa kapiler tersebut!
- 4) Gosoklah secara berulang-ulang dilatometer tersebut dengan tanganmu! Amati ketinggian permukaan dalam pipa kapiler naik atau turun?
- 5) Sentuh labu didih tersebut dengan kain yang dibasahi oleh air es. Apa yang terjadi?
- 6) Nyatakan kesimpulanmu!

Kegiatan ini menunjukkan bahwa gas akan mengalami pemuaian apabila dipanaskan. Peristiwa pemuaian pada zat gas mudah diamati daripada pemuaian pada zat padat. Pemuaian pada zat gas ditunjukkan oleh gelembung-gelembung udara yang keluar dari dalam pipa kapiler yang ada pada labu didih.

Tiga hal yang perlu diperhatikan pada zat gas adalah volume, tekanan dan suhu.

a. Untuk volume terhadap perubahan suhu pada tekanan tetap

$$V = V_0 \{ 1 + \gamma_p (t_2 - t_1) \}$$

Keterangan

- V = volume gas pada suhu t (m^3)
 V_0 = volume gas mula-mula (m^3)
 γ_p = koefisien muai gas pada tekanan tetap ($^{\circ}C$)
 t_1 = suhu mula-mula ($^{\circ}C$)
 t_2 = suhu akhir ($^{\circ}C$)

b. Tekanan terhadap perubahan suhu pada volume tetap

$$P = P_0 \{ 1 + \gamma_v (t_2 - t_1) \}$$

Keterangan

P = tekanan gas pada suhu t (m³)

P₀ = tekanan gas mula-mula (m³)

γ_v = koefisien muai gas pada volume tetap (/⁰C)

t_1 = suhu mula-mula (⁰C)

t_2 = suhu akhir (⁰C)

c. Muai volume gas

$$V = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right)$$

Dari hasil eksperimen yang dilakukan ternyata koefisien muai untuk semua jenis gas adalah sama yaitu $\frac{1}{273}$ /K atau 0,00367 /K

4. Masalah yang Ditimbulkan oleh Pemuaiian dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Pemasangan kaca jendela

Tukang kayu merancang ukuran bingkai jendela yang sedikit lebih besar daripada ukuran sebenarnya. Hal ini dilakukan untuk memberi ruang kaca saat terjadi pemuaiian. Apabila desain jendela tidak diberi ruangan pemuaiian, maka saat kaca memuai akan mengakibatkan retaknya kaca tersebut.

b. Celah pemuaiian pada sambungan jembatan

Sering kamu jumpai sambungan antara dua jembatan beton terdapat celah di antaranya. Hal ini bertujuan agar jembatan tersebut tidak melengkung saat terjadi pemuaiian.

c. Sambungan rel kereta api

Sambungan rel kereta api dibuat ada celah diantara dua batang rel tersebut. Hal ini bertujuan agar saat terjadi pemuaiian tidak menyebabkan rel melengkung. Rancangan yang sering digunakan sekarang ini sambungan rel kereta api dibuat bertautan dengan ujung

rel tersebut dibuat runcing. Penyambungan seperti ini memungkinkan rel memuai tanpa menyebabkan kerusakan.

d. Kawat telepon atau kawat listrik

Pemasangan kawat telepon atau kawat listrik dibiarkan kendur saat pemasangannya pada siang hari. Hal ini dilakukan dengan maksud, pada malam hari kawat telepon atau listrik mengalami penyusutan sehingga kawat tersebut tidak putus.

5. Penerapan Pemuaian dalam Kehidupan Sehari-hari

Beberapa manfaat pemuaian yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:

a. Pengelingan

Menyambung dua pelat dengan menggunakan paku khusus dengan proses khusus disebut mengeling. Bagaimanakah cara pemasangan paku keling? Paku keling yang dipakai untuk mengeling sesuatu dalam keadaan panas sampai berpijar dan dimasukkan ke dalam lubang pelat yang hendak kita keling. Kemudian paku bagian atas dipukul-pukul sampai rata. Setelah dingin paku keling tersebut akan menyusut dan menekan kuat pelat tersebut. Pengelingan dapat kamu jumpai pada pembuatan badan kapal laut.

b. Keping bimetal

Dua keping logam yang mempunyai koefisien muai panjang berbeda dikeling menjadi satu disebut keping bimetal. Keping bimetal peka terhadap perubahan suhu. Jika keping bimetal dipanaskan, maka akan melengkung ke arah logam yang angka koefisien muai panjangnya kecil. Bila didinginkan, keping bimetal akan melengkung ke arah logam yang angka koefisien muai panjangnya besar. Perbedaan pemuaian ini dipakai sebagai termostat. Termostat adalah alat yang berfungsi ganda sebagai saklar otomatis dan sebagai pengatur suhu.

Beberapa alat yang memanfaatkan keping bimetal dalam termostat, antara lain: setrika listrik, almari es, bel listrik, alarm kebakaran, lampu sen mobil atau motor, rice cooker, oven.

c. Pemasangan bingkai roda logam pada pedati dan kereta api

Roda pedati dan roda kereta api memiliki ukuran lebih kecil daripada ukuran bingkainya. Untuk dapat memasang roda logam

tersebut , maka dengan cara pemanasan. Hal ini mengakibatkan roda logam akan mengalami pemuaian. Kemudian roda logam tersebut dipasang pada bingkainya, setelah dingin roda akan menyusut dan terpasang pada bingkainya dengan kuat.

Tugas Individu

1. Mengapa pemuaian pada zat padat sukar diamati daripada pemuaian zat gas?
2. Pada kegiatan eksperimen pemuaian zat gas, mengapa muncul gelembung-gelembung udara di dalam pipa kapiler?
3. Mengapa setelah didinginkan gelembung-gelembung udara tersebut hilang?

Rangkuman

1. Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian zat padat disebut muschen broek.
2. Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian zat cair disebut labu didih.
3. Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian gas disebut dilatometer.
4. Masalah yang ditimbulkan oleh pemuaian dalam kehidupan sehari-hari
 - a. Pemasangan kaca jendela
 - b. Celah pemuaian pada sambungan jembatan
 - c. Sambungan rel kereta api
 - d. Kawat telepon atau kawat listrik
5. Beberapa manfaat pemuaian yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:
 - a. Pengelangan
 - d. Keping bimetal
 - e. Pemasangan bingkai roda logam pada pedati dan kereta api

Pengayaan

Apakah yang akan terjadi pada partikel benda, apabila suhu benda dinaikkan? Apakah akibat selanjutnya terhadap benda itu?

Uji Kompetensi 5

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar, dengan memberikan tanda silang (x) pada huruf a, b, c atau d!

1. Alat yang digunakan untuk menyelidiki muai panjang suatu benda adalah
 - a. dilatometer
 - b. labu didih
 - c. muschen broek
 - d. termometer
2. Di bawah ini yang dapat mengalami muai panjang adalah
 - a. raksa, air dan aluminium
 - b. aluminium, besi, dan tembaga
 - c. besi, tembaga, dan raksa
 - d. raksa, air, dan kuningan
3. Satuan muai panjang adalah
 - a. m
 - b. / $^{\circ}\text{C}$
 - c. $^{\circ}\text{C}$
 - d. m/ $^{\circ}\text{C}$
4. Sebuah pipa tembaga panjang 1m dengan suhu 25°C . Panjang pipa pada suhu 50°C adalah
 - a. 100,00425 cm
 - b. 100,0425 cm
 - c. 100,425 cm
 - d. 101,1875 cm
5. Berdasarkan percobaan muschen broek dapat ditarik kesimpulan yaitu
 - a. pemuaian zat padat bergantung pada suhu, semakin panas pemuaiannya semakin kecil
 - b. logam dapat mengalami muai bidang dan ruang
 - c. benda logam memuai jika didinginkan dan menyusut bila dipanaskan
 - d. pemuaian zat padat berbeda-beda bergantung pada jenisnya.

6. Zat cair dapat mengalami muai ruang saja, karena
 - a. zat cair tidak memiliki massa tetap
 - b. zat cair tidak memiliki bentuk tetap
 - c. zat cair mudah menguap dan mudah mendidih dibanding zat padat
 - d. zat cair tidak memiliki volume tetap
7. Pada suatu percobaan, memanaskan air dalam gelas erlenmeyer di atas kompor yang mengakibatkan air tersebut meluap, hal ini membuktikan bahwa
 - a. zat cair tumpah jika memuai
 - b. zat cair memuai jika dipanaskan
 - c. gelas erlenmeyer tidak muat untuk mendidihkan air
 - d. muai zat cair lebih besar daripada muai zat padat
8. Timah merupakan zat padat yang memiliki koefisien muai panjang terbesar, yaitu 0,000029 artinya
 - a. akan berkurang panjangnya 0,000029 cm bila suhu dinaikkan 1°C
 - b. akan menyusut 29 cm bila suhunya dinaikkan menjadi 1°C
 - c. akan bertambah panjang 0,000029 cm jika suhunya dinaikkan menjadi 1°C
 - d. akan bertambah panjang 29 cm jika suhunya dinaikkan 1°C
9. Koefisien muai panjang adalah
 - a. angka yang menunjukkan bertambah panjangnya suatu zat tiap 1 cm jika suhunya dinaikkan 1°C
 - b. angka yang menunjukkan berkurangnya panjang suatu zat tiap 1 cm jika suhunya dinaikkan 1°C
 - c. angka yang menunjukkan berkurangnya panjang suatu zat tiap 1 cm jika suhunya tetap 1°C
 - d. angka yang menunjukkan bertambah panjangnya suatu zat tiap 1 cm jika suhunya diturunkan 1°C
10. Pemuai zat cair lebih besar dari zat padat. Pernyataan ini dapat ditunjukkan pada peristiwa
 - a. penguapan air laut oleh panas matahari
 - b. es yang berada dalam gelas berisi penuh air ternyata es mencair seluruhnya tidak ada yang tumpah
 - c. gelas yang berisi es, ternyata permukaan luar gelas basah
 - d. panci yang berisi air penuh, ternyata airnya dapat tumpah ketika sedang mendidih

11. Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian zat cair adalah
 - a. muschen broek
 - b. dilatometer
 - c. labu didih
 - d. tensimeter
12. Saat minyak goreng dan air dimasukkan dalam labu yang berbeda kemudian dipanaskan, ternyata permukaan zat cair minyak goreng lebih tinggi daripada permukaan air. Hal ini disebabkan
 - a. koefisien muai volume minyak goreng lebih kecil daripada air
 - b. koefisien muai volume minyak goreng lebih besar daripada air
 - c. koefisien muai panjang minyak goreng lebih kecil daripada air
 - d. koefisien muai panjang minyak goreng lebih besar daripada air
13. Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian gas disebut
 - a. muschen broek
 - b. labu didih
 - c. dilatometer
 - d. tensimeter
14. Salah satu perbedaan antara zat gas dengan zat padat dan cair adalah
 - a. volume zat gas mudah diubah-ubah
 - b. volume zat gas tidak dapat diubah-ubah
 - c. volume zat padat mudah diubah-ubah
 - d. volume zat cair mudah diubah-ubah
15. Berikut ini masalah yang ditimbulkan oleh pemuaian dalam kehidupan sehari-hari, yaitu
 - a. celah pada lubang pintu
 - b. celah pada sambungan jembatan
 - c. sambungan kabel
 - d. pemasangan tiang telepon
16. Tukang kayu merancang ukuran bingkai jendela sedikit lebih besar daripada ukuran sebenarnya. Hal ini bertujuan
 - a. memudahkan pemasangan
 - b. untuk memberi ruang kaca saat terjadi pemuaian
 - c. memudahkan saat pembongkaran dilakukan
 - d. agar kelihatan rapi dan bagus

17. Pemasangan kawat telepon atau kawat listrik dibiarkan kendur saat pemasangannya pada siang hari. Hal ini dilakukan dengan maksud ...
- memudahkan pemasangan
 - memudahkan saat perbaikan
 - agar tidak putus saat terjadi penyusutan
 - agar tidak putus saat terjadi pemuaian
18. Berikut adalah manfaat pemuaian dalam kehidupan sehari-hari, yaitu ...
- pemasangan kawat telepon
 - pemasangan kaca jendela
 - pemasangan bingkai roda logam pada pedati dan kereta api
 - sambungan rel kereta api
19. Menyambung dua pelat dengan menggunakan paku khusus dengan proses khusus disebut
- keping bimetal
 - sambungan rel kereta api
 - mengeling
 - mengelas
20. Keping bimetal terdiri dari dua keping yang memiliki koefisien muai panjang berbeda dikeling menjadi satu. Jika keping bimetal tersebut dipanaskan, maka akan melengkung ke arah....
- logam yang angka koefisien muai panjangnya besar
 - logam yang angka koefisien muai panjangnya kecil
 - logam yang angka koefisien muai ruangnya besar
 - logam yang angka koefisien muai ruangnya besar

B. Isilah titik-titik di bawah ini!

- Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian zat padat disebut
- Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian zat gas disebut
- Benda padat jika dipanaskan akan mengalami perubahan ..., ..., dan ...
- Sifat utama zat cair adalah menyesuaikan dengan bentuk wadahnya. Oleh karena itu zat cair hanya memiliki muai ... saja
- Di dalam tabung elpiji, gas mengadakan tekanan pada
- Sambungan pada jembatan dibuat bercelah. Hal ini bertujuan agar saat terjadi pemuaian jembatan

7. Alat yang berfungsi ganda sebagai saklar dan sebagai pengatur suhu disebut
8. Apabila disain jendela tidak diberi ruangan pemuaian, maka saat kaca ... mengakibatkan pecah.
9. Keping bimetal adalah
10. Pengelingan adalah

C. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan tepat!

1. Jelaskan pengertian koefisien muai panjang!
2. Sebutkan 3 faktor yang mempengaruhi pemuaian zat gas!
3. Bandingkan pemuaian zat gas dengan zat padat!
4. Bagaimanakah cara membuktikan bahwa pemuaian zat cair lebih besar daripada zat padat saat dipanaskan?
5. Sebutkan tiga alat yang bekerja berdasarkan bimetal!
6. Sebutkan tiga masalah yang ditimbulkan oleh pemuaian dalam kehidupan sehari-hari!
7. Sebutkan tiga penerapan pemuaian dalam kehidupan sehari-hari!
8. Besi panjang panjang 1 meter dipanaskan dari 20°C menjadi 220°C . Jika koefisien muai panjang besi $0,000012/^{\circ}\text{C}$, berapakah panjang besi sekarang?
9. Balok besi pada suhu 20°C memiliki volume 1.000cm^3 . Jika koefisien muai panjang besi $0,000012/^{\circ}\text{C}$, berapakah volume besi pada suhu 220°C ?
10. Pada suhu 0°C volume alkohol 300cm^3 . Jika koefisien muai ruang alkohol $0,001/^{\circ}\text{C}$ dan alkohol dinaikkan suhunya menjadi 40°C , berapakah penambahan volume alkohol tersebut?