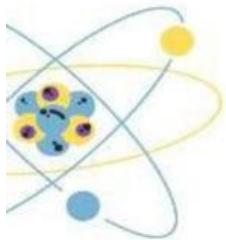


Nama:

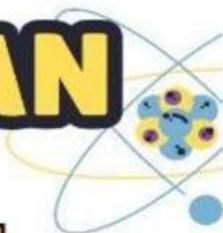
Kelas:



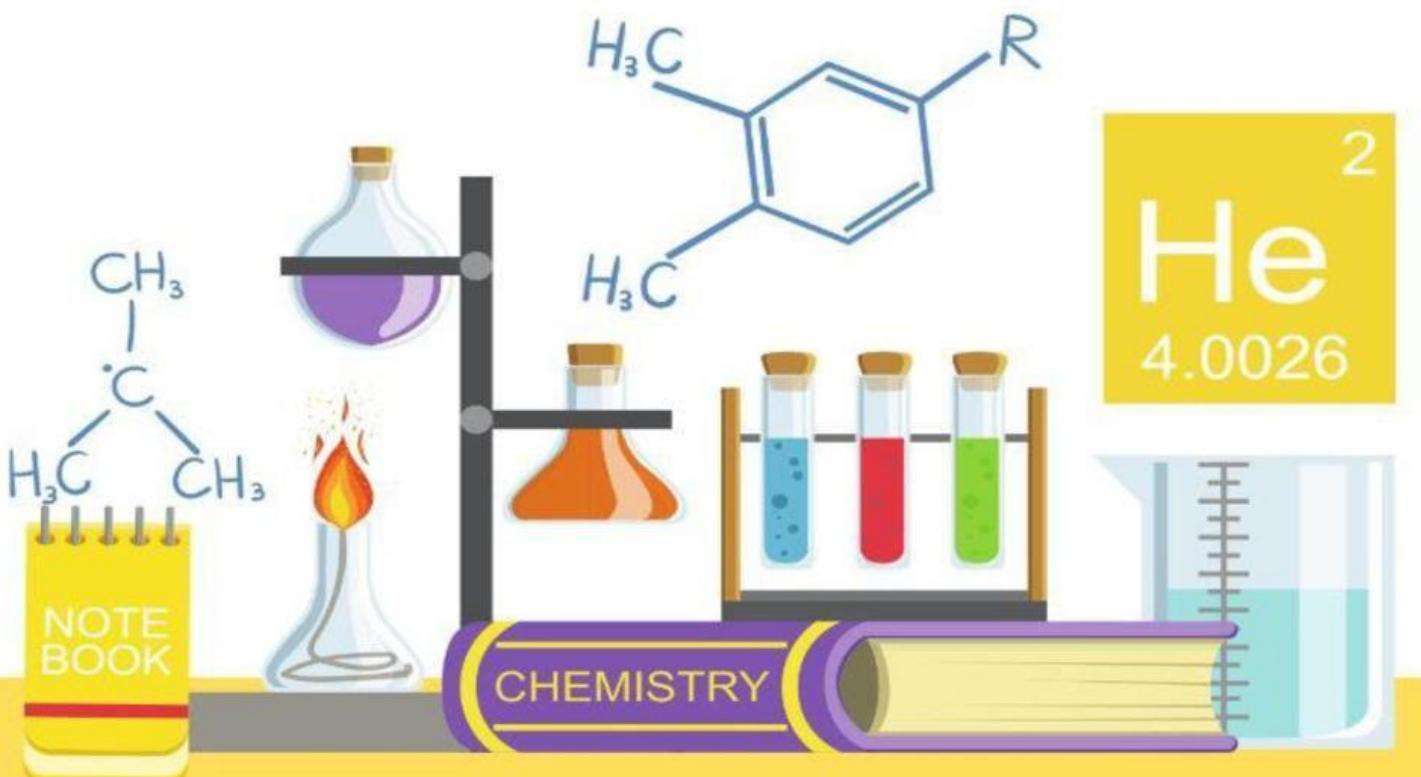
LKPD

TERMOKIMIA

SISTEM & LINGKUNGAN



Untuk Siswa SMA Kelas XI



Disusun Oleh: Theresia Avilla Putri

SISTEM DAN LINGKUNGAN TERMOKIMIA

Untuk Siswa SMA Kelas XI

Disusun Oleh:

Theresia Avilla Putri (06

DESKRIPSI LKPD

LKPD ini disusun untuk membantu peserta didik memahami konsep dasar Termokimia, khususnya mengenai Sistem, Lingkungan, dan Interaksi Energi. Materi ini penting karena menjadi dasar untuk mempelajari perubahan entalpi, reaksi endoterm–eksoterm, dan aplikasi energi dalam reaksi kimia.

Dalam LKPD ini, peserta didik akan mempelajari perbedaan antara sistem dan lingkungan, jenis-jenis sistem (terbuka, tertutup, terisolasi), serta bagaimana energi berpindah pada reaksi kimia. Pembelajaran dilengkapi dengan gambar ilustrasi, video pembelajaran, dan latihan interaktif yang dapat digunakan melalui Liveworksheets.

LKPD ini disusun mengikuti prinsip Kurikulum Merdeka, yang menekankan pemahaman konsep, aktivitas berbasis pengamatan, analisis fenomena, dan penguatan Profil Pelajar Pancasila, terutama pada aspek bernalar kritis, mandiri, dan kolaboratif.

Melalui LKPD ini, peserta didik diharapkan dapat memahami konsep secara runtut, menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari, serta mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan perpindahan energi.

Capaian Pembelajaran (CP)

Setelah menyelesaikan LKPD ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Memahami konsep sistem dan lingkungan dalam termokimia.
2. Mengidentifikasi jenis sistem (terbuka, tertutup, terisolasi) beserta contohnya.
3. Menjelaskan perpindahan energi antara sistem dan lingkungan.
4. Mengelompokkan reaksi endoterm dan eksoterm berdasarkan energi yang diserap atau dilepas.
5. Menerapkan konsep termokimia untuk fenomena sehari-hari.

Tujuan Pembelajaran (TP)

Peserta didik dapat:

1. Menjelaskan perbedaan sistem dan lingkungan.
2. Memberikan contoh sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi.
3. Menunjukkan arah perpindahan energi pada reaksi kimia.
4. Mengklasifikasikan reaksi kimia menjadi endoterm atau eksoterm.
5. Mengaitkan konsep energi dalam sistem dengan fenomena kehidupan sehari-hari.

Indikator Keberhasilan

Peserta didik dikatakan berhasil jika mampu:

1. Menyebutkan definisi sistem dan lingkungan dengan benar.
2. Menentukan jenis sistem pada suatu contoh kasus.
3. Menjelaskan dengan tepat arah perpindahan energi pada reaksi kimia.
4. Mengidentifikasi reaksi endoterm dan eksoterm dari percobaan sederhana atau gambar.
5. Menyajikan kesimpulan hubungan energi sistem dan lingkungan dalam kehidupan sehari-hari.

PROFIL PELAJAR PANCASILA

Bagian ini menekankan karakter dan sikap yang ingin dikembangkan peserta didik selama pembelajaran Termokimia: Sistem dan Lingkungan.

A. Dimensi Profil Pelajar Pancasila yang Dikembangkan

1. Bernalar Kritis

- Mampu menganalisis perubahan energi dalam sistem dan lingkungan.
- Memahami hubungan sebab-akibat dalam reaksi kimia.

2. Mandiri

- Mampu mengerjakan LKPD secara individu tanpa menyalin jawaban.
- Mencari informasi tambahan dari sumber video atau buku referensi.

3. Kolaboratif / Gotong Royong

- Berpartisipasi aktif dalam diskusi kelompok.
- Memberikan pendapat dan menerima pendapat teman dengan sikap santun.

4. Kreatif

- Menyajikan kesimpulan dengan cara berbeda (diagram, tabel, atau skema).
- Menghubungkan materi dengan fenomena kehidupan sehari-hari.

5. Bertanggung Jawab

- Menyelesaikan semua tugas sesuai instruksi guru.
- Menjaga ketelitian dalam mencatat hasil pengamatan dan analisis.

DESKRIPSI MATERI

SISTEM DAN LINGKUNGAN

Dalam termokimia, sistem adalah bagian dari alam yang menjadi fokus pengamatan atau kajian ilmiah. Sistem dapat berupa zat tunggal, campuran, atau reaksi kimia tertentu dalam suatu bejana. Misalnya, ketika kita memanaskan air dalam gelas, air yang dipanaskan beserta panas yang diterimanya dianggap sebagai sistem. Konsep sistem ini penting karena segala perubahan energi, baik energi panas maupun energi kimia, dianalisis dari perspektif sistem tersebut. Dengan memahami batasan sistem, peserta didik dapat menentukan apa yang termasuk bagian dari sistem dan apa yang berada di luar atau termasuk lingkungan.

Sementara itu, lingkungan mencakup semua yang berada di luar sistem, tetapi dapat berinteraksi dengan sistem. Lingkungan bertindak sebagai “penerima” atau “penyedia” energi dari sistem. Misalnya, udara di sekitar gelas air panas merupakan lingkungan yang dapat menerima panas yang dilepas air. Interaksi antara sistem dan lingkungan ini menjadi dasar untuk memahami perpindahan energi, perubahan entalpi, dan klasifikasi reaksi kimia menjadi eksoterm atau endoterm. Dengan kata lain, setiap perubahan energi atau materi dalam sistem selalu melibatkan lingkungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga konsep lingkungan tidak bisa diabaikan dalam pembelajaran termokimia.

Pemahaman tentang sistem dan lingkungan bukan sekadar konsep teoretis, tetapi memiliki banyak contoh nyata. Misalnya, dalam kehidupan sehari-hari, saat kita memasak air, air dalam panci adalah sistem, sedangkan panci dan udara di sekitarnya adalah lingkungan. Panas dari kompor masuk ke sistem (air), dan sebagian energi akan dilepaskan kembali ke lingkungan melalui uap dan panas permukaan panci. Dengan melihat fenomena sehari-hari ini, peserta didik dapat mulai memahami konsep sistem dan lingkungan secara nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dan mudah diterima.

JENIS-JENIS SISTEM

Dalam termokimia, sistem dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama berdasarkan kemampuan sistem untuk bertukar energi dan materi dengan lingkungan. Pemahaman jenis-jenis sistem ini sangat penting karena menentukan bagaimana energi bergerak dan bagaimana reaksi kimia berlangsung dalam konteks sistem tersebut. Ketiga jenis sistem ini adalah sistem terbuka, sistem tertutup, dan sistem terisolasi.

1. Sistem Terbuka

Sistem terbuka adalah sistem yang dapat bertukar materi dan energi dengan lingkungan sekitarnya. Artinya, selain energi, zat atau materi juga bisa masuk atau keluar dari sistem. Contoh sederhana dari sistem terbuka adalah panci air yang dipanaskan tanpa penutup. Uap air yang terbentuk dapat keluar ke lingkungan, sedangkan energi panas dari kompor masuk ke sistem. Sistem terbuka banyak ditemukan di alam maupun kehidupan sehari-hari, misalnya sungai, laut, dan atmosfer. Dalam konteks termokimia, pemahaman tentang sistem terbuka membantu peserta didik menganalisis bagaimana reaksi kimia berlangsung saat energi dan materi bisa berpindah bebas.

2. Sistem Tertutup

Sistem tertutup berbeda dengan sistem terbuka karena hanya dapat bertukar energi, tetapi materi tidak dapat keluar atau masuk. Contoh yang mudah dipahami adalah termos air panas. Air dalam termos tetap berada di dalam wadah, namun panas dapat berpindah melalui dinding termos. Dengan kata lain, energi dapat diterima atau dilepas, tetapi materi sistem tetap konstan. Sistem tertutup sangat berguna dalam eksperimen laboratorium karena memungkinkan pengamatan perpindahan energi tanpa kehilangan materi, sehingga peserta didik dapat fokus mempelajari perubahan entalpi atau kalor reaksi.

3. Sistem Terisolasi

Sistem terisolasi adalah sistem yang tidak dapat bertukar energi maupun materi dengan lingkungan. Contoh idealnya adalah termos

sempurna yang tidak membiarkan panas keluar atau masuk. Meskipun sulit ditemui secara nyata, konsep sistem terisolasi digunakan sebagai model teoretis untuk memahami hukum kekekalan energi dan materi. Peserta didik yang memahami konsep ini dapat mengaplikasikan prinsip konservasi energi dalam berbagai kasus, baik di laboratorium maupun fenomena alam.

Dengan memahami ketiga jenis sistem ini, peserta didik dapat mulai membedakan cara energi dan materi bergerak dalam berbagai situasi. Hal ini sangat penting ketika nanti mereka mempelajari reaksi eksoterm dan endoterm, karena perpindahan energi dalam reaksi kimia selalu terkait dengan jenis sistem yang digunakan. Selain itu, pengenalan jenis sistem juga membiasakan peserta didik berpikir analitis dan sistematis, sesuai dengan tujuan Kurikulum Merdeka untuk membangun pemahaman konseptual yang mendalam.

PERPINDAHAN ENERGI DALAM REAKSI KIMIA

Perpindahan energi merupakan konsep sentral dalam termokimia karena setiap reaksi kimia melibatkan pelepasan atau penyerapan energi. Energi dapat berpindah dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya, tergantung sifat reaksi yang terjadi. Pemahaman perpindahan energi membantu peserta didik menjelaskan fenomena sehari-hari, seperti pemanasan air, pembakaran kayu, atau fotosintesis pada tumbuhan.

Dalam konteks sistem dan lingkungan, sistem dianggap sebagai sumber atau penerima energi, sedangkan lingkungan adalah tempat energi masuk atau keluar. Misalnya, ketika air dipanaskan dalam gelas, panas dari kompor masuk ke sistem (air), menyebabkan suhu air meningkat. Sebagian panas ini juga dapat dilepas ke lingkungan melalui uap yang naik dan dinding gelas. Fenomena ini menggambarkan bagaimana energi berpindah dalam sistem terbuka.

Perpindahan energi biasanya terjadi dalam bentuk panas (q) atau kerja (w). Dalam kebanyakan reaksi kimia di laboratorium sekolah, yang paling mudah diamati adalah perpindahan panas. Energi yang dilepas oleh sistem ke lingkungan akan meningkatkan suhu lingkungan (misalnya udara atau gelas), sedangkan energi yang diserap oleh sistem akan menurunkan energi lingkungan sekitarnya. Dengan memahami prinsip ini, peserta didik dapat mulai memprediksi apakah suatu reaksi

akan meningkatkan atau menurunkan energi lingkungan dan bagaimana hal itu berkaitan dengan reaksi eksoterm atau endoterm.

Selain itu, pemahaman perpindahan energi juga membantu peserta didik mengaitkan konsep entropi dan entalpi, serta memberikan dasar untuk menganalisis reaksi kimia lebih lanjut. Dengan mengamati perpindahan energi, peserta didik belajar mengidentifikasi sumber energi, arah alirannya, dan dampaknya terhadap sistem dan lingkungan. Aktivitas pengamatan, pengukuran suhu, dan analisis grafik energi yang akan dilakukan pada LKPD ini akan memperkuat konsep ini secara praktis, sehingga pemahaman menjadi lebih konkret dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari.

REAKSI EKZOTERM DAN ENDOTERM

Reaksi kimia selalu melibatkan perubahan energi dalam sistem dan interaksi dengan lingkungan. Berdasarkan arah perpindahan energi, reaksi kimia dibedakan menjadi eksoterm dan endoterm. Pemahaman kedua jenis reaksi ini penting agar peserta didik dapat menjelaskan fenomena sehari-hari dan melakukan perhitungan termokimia.

1. Reaksi Eksoterm

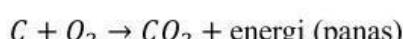
Reaksi eksoterm adalah reaksi yang **melepaskan energi** ke lingkungan. Akibatnya, sistem kehilangan energi, sedangkan energi lingkungan meningkat. Dalam reaksi eksoterm, perubahan entalpi (ΔH) bernilai **negatif** ($\Delta H < 0$). Secara sederhana, entalpi produk lebih rendah daripada entalpi reaktan karena energi dilepaskan dalam bentuk panas, cahaya, atau energi kimia lainnya.

Rumus dasar entalpi reaksi eksoterm:

$$\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}} < 0$$

Contoh reaksi eksoterm:

- Pembakaran kayu:



- Reaksi hand warmer: besi + oksigen menghasilkan panas
- Pembakaran bahan bakar kendaraan

Fenomena sehari-hari seperti air panas yang dilepas ke udara atau lilin yang menyala merupakan contoh bagaimana sistem melepaskan energi ke lingkungan.

2. Reaksi Endoterm

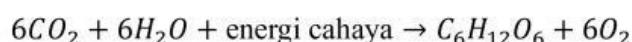
Reaksi endoterm adalah reaksi yang **menyerap energi** dari lingkungan. Sistem mendapatkan energi, sehingga suhu lingkungan sekitar biasanya menurun. Dalam reaksi endoterm, perubahan entalpi (ΔH) bernilai **positif** ($\Delta H > 0$), karena energi harus diserap agar reaksi berlangsung.

Rumus dasar entalpi reaksi endoterm:

$$\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}} > 0$$

Contoh reaksi endoterm:

- Fotosintesis pada tumbuhan:

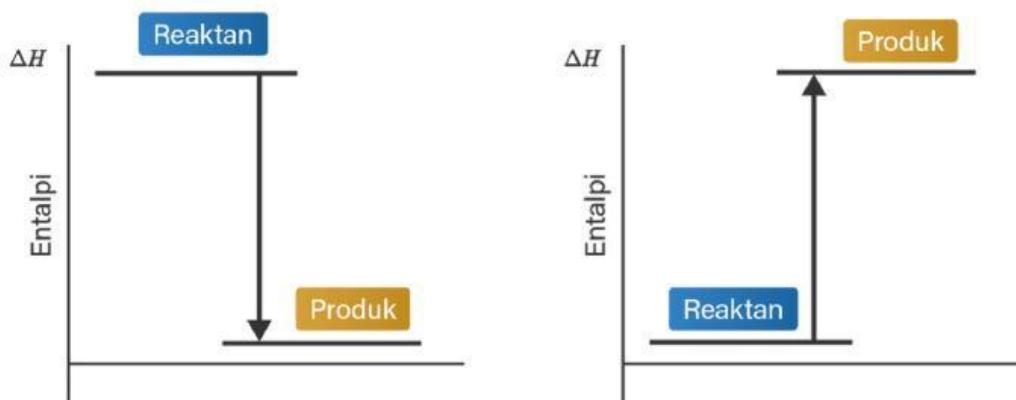


- Pencairan es: es menyerap panas dari lingkungan untuk berubah menjadi air
- Pelarutan garam tertentu dalam air dingin

Dalam kehidupan sehari-hari, reaksi endoterm dapat diamati ketika kita merasa dingin saat es mencair atau ketika air dingin menyerap panas dari tangan saat memegangnya.

3. Diagram Energi

Diagram Entalpi
Diagram Tingkat Energi



Untuk memudahkan pemahaman, perubahan energi pada reaksi eksoterm dan endoterm dapat digambarkan dalam diagram entalpi:

- Eksoterm

Entalpi produk lebih rendah dari reaktan, panah energi mengarah ke lingkungan

- Endoterm

Entalpi produk lebih tinggi dari reaktan, panah energi masuk ke sistem

Diagram ini membantu peserta didik melihat secara visual bagaimana energi berpindah antara sistem dan lingkungan, sehingga konsep yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami.

Bacalah materi pengantar tentang sistem dan lingkungan dengan cermat sebelum memulai aktivitas. Amati gambar, diagram, dan video pendukung untuk memahami perpindahan energi pada reaksi eksoterm dan endoterm. Catat hal-hal penting di buku atau lembar jawaban, termasuk contoh sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dari kehidupan sehari-hari. Kerjakan latihan interaktif, jawab pertanyaan dengan lengkap, dan diskusikan dengan teman bila diminta. Setelah selesai, tuliskan refleksi mengenai apa yang kamu pahami, hal yang masih membingungkan, dan bagaimana konsep ini berlaku dalam kehidupan sehari-hari.

Pastikan semua jawaban rapi sebelum dikumpulkan.

AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Aktivitas 1

Petunjuk untuk Siswa:

Bacalah setiap pertanyaan dengan cermat, pilih jawaban yang paling tepat, dan tuliskan pilihanmu pada kolom jawaban. Pastikan memahami konsep sebelum memilih jawaban.

1. Sistem yang dapat bertukar **energi dan materi** dengan lingkungan disebut...
 - a. Sistem terbuka
 - b. Sistem tertutup
 - c. Sistem terisolasi
 - d. Sistem statis
2. Reaksi yang menyerap energi dari lingkungan disebut...
 - a. Eksoterm
 - b. Endoterm
 - c. Reduksi
 - d. Oksidasi
3. Contoh sistem tertutup adalah...
 - a. Panci air mendidih tanpa tutup
 - b. Termos air panas
 - c. Sungai
 - d. Gelas terbuka
4. Reaksi yang melepaskan energi ke lingkungan memiliki ΔH ...
 - a. Positif
 - b. Negatif
 - c. Nol
 - d. Tidak berubah

5. Perubahan entalpi pada reaksi endoterm...
 - a. Produk lebih rendah dari reaktan
 - b. Produk sama dengan reaktan
 - c. Produk lebih tinggi dari reaktan
 - d. Tidak bisa ditentukan

Aktivitas 2

Petunjuk untuk Siswa:

Isilah jawaban pada titik-titik dengan kata atau kalimat singkat yang tepat. Bacalah setiap pertanyaan dengan cermat dan gunakan catatan atau diagram yang sudah dipelajari.

Isian Singkat:

1. Entalpi produk lebih rendah daripada entalpi reaktan pada reaksi _____.
2. Sistem yang tidak dapat bertukar energi maupun materi disebut _____.
3. Saat es mencair, energi _____ dari lingkungan ke sistem.
4. Sistem yang hanya dapat bertukar energi tetapi tidak materi disebut _____.
5. Reaksi kimia yang melepaskan energi disebut _____.
6. Reaksi kimia yang menyerap energi disebut _____.

Aktivitas 3**Petunjuk untuk Siswa:**

Pasangkan istilah di kolom kiri dengan contoh atau penjelasan yang tepat di kolom kanan. Tuliskan huruf atau angka pasangan yang sesuai pada kolom jawaban.

| Istilah / Jenis Sistem | Contoh / Penjelasan |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. Sistem Terbuka | a. Air mendidih di panci terbuka |
| 2. Sistem Tertutup | b. Termos air panas |
| 3. Sistem Terisolasi | c. Termos sempurna |
| 4. Reaksi Eksoterm | d. Melepaskan energi ke lingkungan |
| 5. Reaksi Endoterm | e. Menyerap energi dari lingkungan |

Aktivitas 4**Petunjuk untuk Siswa:**

Seret atau tuliskan label Eksoterm atau Endoterm pada gambar atau fenomena yang tersedia. Perhatikan arah perpindahan energi dan contoh kehidupan sehari-hari untuk menentukan label yang tepat.

1. Pembakaran kayu → _____
2. Pencairan es → _____
3. Fotosintesis → _____
4. Hand warmer di tangan → _____
5. Pelelehan lilin → _____

Petunjuk Tambahan:

- Reaksi Eksoterm melepaskan energi ke lingkungan, sehingga lingkungan menjadi lebih hangat.
- Reaksi Endoterm menyerap energi dari lingkungan, sehingga lingkungan menjadi lebih dingin.
- Gunakan diagram dan contoh yang sudah dipelajari di materi untuk membantu menentukan jawaban.

Aktivitas 5

Petunjuk untuk Siswa:

Tuliskan jawabanmu dalam satu paragraf lengkap. Jawaban harus jelas, mencerminkan pemahaman konsep, dan mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari. Gunakan catatan, diagram, dan video sebagai referensi.

1. Bagaimana kamu membedakan sistem dan lingkungan dalam suatu reaksi kimia?

2. Mengapa reaksi eksoterm melepaskan energi ke lingkungan sedangkan reaksi endoterm menyerap energi dari lingkungan?
